Message du vice-président exécutif Groupe Technologie, Affaires internationales et Institut de recherche d'Hydro-Québec

Lorsque j'ai assumé mes nouvelles fonctions à la tête du groupe TAI au printemps de 1987, j'ai été frappé par la diversité des talents réunis au sein d'une même unité administrative. De la recherche jusqu'à la mise en marché de produits, des études de planification et d'innovation jusqu'aux montages d'essais, du travail de bureau jusqu'aux représentations à l'étranger, partout j'ai rencontré des hommes et des femmes dont les efforts soutenus ont contribué à accroître la place de la technologie dans l'entreprise et sur le marché. Je tiens à remercier chacun d'entre eux.

L'année écoulée aura été marquée par des changements importants dans l'organisation. Les nouvelles structures ont été progressivement mises en place avec la nomination de nouveaux gestionnaires et l'élargissement de leurs responsabilités. Cette restructuration est maintenant terminée. Elle facilitera la convergence des efforts qui contribueront à réaliser les grands objectifs d'Hydro-Québec.

L'année 1987 peut également être considérée comme une période où le groupe TAI, dans toutes ses activités, s'est rapproché davantage de ses principaux clients, c'est-à-dire les autres unités administratives d'Hydro-Québec. Cette meilleure harmonisation entre les besoins des utilisateurs de la technologie et les services que nous offrons sera toujours une constante dans nos activités. Par ailleurs, nous avons mis en place au cours de l'année les mécanismes nécessaires pour réaliser le premier plan intégré de la technologie. Il sera terminé vers la fin de 1988.

Nous avons aussi continué de collaborer avec nos partenaires externes. De concert avec eux, nous avons entrepris ou poursuivi des projets de recherche, effectué des études et des essais, et conclu des ententes relatives à des licences. Pour mieux servir la clientèle industrielle, nous avons mis en service le Laboratoire des technologies électrochimiques et des électrotechnologies (LTEE). Cet organisme constitue un nouvel outil pour favoriser l'implantation de l'électricité dans les procédés industriels de fabrication et de transformation.

En terminant, je suis persuadé que tous les éléments sont maintenant en place pour assurer à la technologie une place de choix à Hydro-Québec, et pour faciliter la promotion de l'électricité dans l'industrie.

Le vice-président exécutif, Technologie, Affaires internationales et IREQ,

Maurice Huppé

Maurice Huppé

Table des matières

3 **Message du vice-président exécutif, Technologie, Affaires internationales et Institut de recherche d'Hydro-Québec**

6 **Faits saillants de 1987**

8 **Liste des sigles**

9 **Planification de la technologie**

10 **Production**
11 Surveillance permanente des groupes turbines-alternateurs
11 Protection en centrales
11 Mesure des vibrations des barres statoriques
11 Mesure de la vitesse du rotor des alternateurs
12 Robot compact pour réparer les turbines
12 Interprétation des spectres de décharges
12 Dosage du bore
12 Aménagement optimal d'une vallée
13 Couplage éolienne-diesel
13 Usine expérimentale de gazéification de la biomasse

14 **Transport**
15 Effets des incendies de forêts sur les lignes aériennes
15 Vibrations éoliennes des conducteurs surtendus
15 Effets biologiques des champs électrique et magnétique
15 Analyse des vibrations des conducteurs aériens
16 Environnement électromagnétique des postes CCHT
16 Électrodes de mise à la terre des réseaux à c.c.
17 Isolateurs composites
17 Parachèvement d'un disjoncteur au SF_6 grand froid
18 Prototype industriel d'un régulateur de tension
18 Câbles de transport pour traversées sous-fluviales
18 Bilan des recherches sur les huiles isolantes
19 Un appareil qui amortit la ferrorésonance dans les postes blindés
19 Liaison multiterminale à c.c.
19 Logiciels d'analyse de réseaux
20 Essais diélectriques
20 Essais de sectionneurs
20 Modèle de valves à thyristors
21 Essais de disjoncteurs et de sectionneurs
21 Essais d'interruption de courants de court-circuit

22 **Distribution**
23 Qualification du fusible Q submersible
23 Oxydation dans le processus d'arborescence d'eau
23 Potentiel corrosif de l'eau dans les chambres souterraines
23 Intégrité diélectrique du réseau souterrain
23 Implantation du logiciel MASSIF
24 Jonctions préfabriquées et accessoires de câbles
24 Résistance de mise à la terre pour réseaux flottants
24 Régulateur de tension IVACE pour alimentation capacitive triphasée
24 Fiabilité des réseaux de distribution
25 Essais diélectriques sur isolateurs de distribution
25 Essais de l'appareillage de distribution
25 Montage expérimental pour l'étude de parafoudres de distribution

26 **Applications industrielles de l'électricité**
27 Travaux dans l'industrie
27 Induction électromagnétique

27 Prototype à haute tension pour le chauffage de l'air
28 Perçage et découpage de matériaux réfractaires avec une torche à plasma
29 Oxydation partielle du méthane
29 Recyclage de l'écume d'aluminium par un procédé au plasma
29 Usine expérimentale d'électrolyse de l'eau

30 Techniques d'essais, matériaux et appareils de mesure
31 Mécanique de rupture et fatigue
31 Capteur de courant universel
31 Fibres optiques à haute tension
31 Logiciels d'exploitation multi-utilisateurs
32 Logiciel de traitement de signaux pour un système mobile d'acquisition numérique
32 Logiciel de traitement des mesures de décharges partielles

33 Projets d'innovation
34 Valorisation des accumulateurs à électrolyte polymérique (ACEP)
34 Techniques d'élaboration du lithium mince
34 Les BPC à Hydro-Québec
34 Systèmes experts
35 CED sur micro-ordinateur
35 Système expert pour l'interprétation des événements
35 Projet Antenne

36 Filières à long terme
37 Tokamak de Varennes
37 Activités relatives à la robotique
38 Supraconductivité

39 Collaboration avec l'industrie

40 Activités commerciales
41 Développement et commercialisation d'un dosimètre
41 L'acier IRECA disponible sur le marché
41 Technique de forage de trous verticaux
41 Signaleur de position des contacts de sectionneurs
41 Procédé de traitement des eaux usées

42 Collaboration avec les universités
43 Électrotechnologies pour l'industrie
43 Collaboration dans le domaine de la fusion
43 La cavitation érosive des aciers inoxydables austénitiques
43 Modélisation et simulation de la formation de glaces
44 Planification des réseaux électriques
44 Travaux en chimie des matériaux

45 Activités internationales
45 Afrique
46 Asie
48 Amérique latine

49 Nouvelles installations
50 Acquisition d'un four pilote à hautes fréquences
50 Développement de l'infrastructure du LTEE
51 Microscope Auger à grande résolution
51 Nouvelles aires d'essais au laboratoire Haute tension
51 Mise en service du laboratoire de photo-instrumentation

52 Grandes lignes de l'organisation du groupe TAI

54 Prix et distinctions

Les activités de recherche, de développement et de démonstration technologique ont entraîné des investissements de 100 millions de dollars, dont 16 provenaient de contributions extérieures. Cette année encore, le savoir-faire technologique d'Hydro-Québec a été orienté en priorité vers la réalisation des grands objectifs de l'entreprise. Nos connaissances se sont enrichies par la réalisation de nombreux projets avec des partenaires industriels. De plus, notre savoir-faire a été mis au service d'une vingtaine de pays à travers le monde, par l'entremise de notre filiale Hydro-Québec International.

Un laboratoire au service de l'industrie

Nous avons intensifié nos activités de développement et de démonstration qui font appel à l'électricité. Nous avons pu ainsi accroître la pénétration de cette forme d'énergie dans les procédés industriels. Cela a été rendu possible, en majeure partie, par la mise en service du Laboratoire des technologies électrochimiques et des électrotechnologies (LTEE). Il s'agit d'un établissement à vocation industrielle qui mène des projets dans des domaines variés : séchage, chauffage, traitement thermique par rayonnement infrarouge, micro-ondes, hautes fréquences, induction ou pompes à chaleur. D'autres projets font appel à la technologie des plasmas, à la chimie et à l'électrochimie industrielle (production d'hydrogène, électrolyse et électrosynthèse).

En vertu d'une entente sur le développement scientifique et technologique, les gouvernements du Canada et du Québec mettent, d'ici 1990, une somme de 10 millions de dollars à la disposition du LTEE pour réaliser des projets de RDD.

Un réseau mieux équipé

Les travaux du groupe TAI ont également contribué à améliorer l'équipement et le fonctionnement du réseau. Voici quelques exemples.

- Le programme de développement de nouveaux disjoncteurs au SF_6 grand froid, entrepris avec la société Cegelec industrie inc., est terminé. Les prototypes étaient conformes à toutes les prescriptions relatives aux essais de coupure à des températures de -50 °C. L'appareil est maintenant au stade de la fabrication industrielle.

- Les travaux se sont poursuivis pour mettre au point un parafoudre totalement sécuritaire, avec la société Jocelyn Canada inc.

- Une résistance de protection du neutre des réseaux flottants de distribution a également été mise au point.

- Des essais ont été réalisés pour la société Trench Electric sur la première inductance de lissage à noyau d'air à 500 kV c.c. au monde.

- Une étude du choix de l'isolation de la ligne à ± 450 kV a pris fin cette année.

- Enfin, des études ont été effectuées sur la technologie des câbles à isolation gazeuse pour les traversées sous-fluviales ou pour les installations souterraines.

De meilleures conditions d'exploitation

L'environnement électromagnétique des postes de conversion CCHT a également fait l'objet d'une étude qui s'est terminée en 1987. Elle a servi à caractériser les interférences et à calculer l'efficacité des filtres et du blindage de ces postes. D'autre part, des recherches sur les effets des incendies

Le Laboratoire des technologies électrochimiques et des électrotechnologies (LTEE), situé à Shawinigan, a été mis en service en 1987. Il offre aux industries un personnel spécialisé et des installations ultramodernes pour valider des nouveaux concepts d'utilisation de l'électricité dans les procédés de fabrication et de transformation.

de forêts sur les lignes électriques ont été entreprises au cours de l'année. On pourra ainsi mieux connaître l'incidence de ces feux sur les interruptions de service et déterminer les moyens nécessaires pour y remédier.

Quant aux travaux dans le domaine de la robotique, ils ont surtout porté sur la réparation automatisée des turbines. Un robot compact que l'on peut transporter a été mis au point en collaboration avec Ontario Hydro, dans le cadre d'un projet partiellement financé par l'ACE. Le robot a réussi ses premiers essais de gougeage, de soudage et de meulage.

Plusieurs projets reliés à la surveillance de l'appareillage ont été réalisés ou entamés cette année. On peut citer le dispositif de surveillance permanente des groupes turbines-alternateurs ; le dispositif de mesure des vibrations des barres statoriques et de la vitesse du rotor des alternateurs ; le relais numérique de protection des génératrices ; le système de surveillance des disjoncteurs à 735 kV.

Dans le domaine de la distribution, c'est avec succès que s'est déroulé au cours de l'année le projet pilote d'automatisation d'un centre d'exploitation de distribution (CED) sur micro-ordinateur de type PC.

Les filières de demain

L'entreprise a poursuivi ses efforts de prospective et d'exploration technologique. En février 1987, nous avons terminé la construction du tokamak de Varennes. Il s'agit d'un dispositif expérimental de fusion nucléaire par confinement magnétique. Le premier plasma a été produit en mars et l'inauguration de l'installation a eu lieu en juin.

Par ailleurs, à la suite des récentes découvertes dans le domaine de la supraconductivité, nous avons entrepris une étude pour évaluer l'effet des nouveaux supraconducteurs sur différentes technologies. Cette recherche était effectuée en collaboration avec l'ACE. Le groupe TAI a aussi participé à la mise sur pied d'un consortium industriel qui, outre Hydro-Québec, réunirait L'Énergie Atomique du Canada, Limitée et la société Les Câbles Canada Limitée. Une proposition de financement a été soumise au gouvernement canadien.

La mise en marché d'un savoir-faire

Afin de commercialiser son savoir-faire technologique, Hydro-Québec a conclu des ententes avec diverses sociétés pour fabriquer et mettre sur le marché les produits et les procédés qu'elle a mis au point. Nous avons notamment accordé une licence à Positron Industries inc. en vue de commercialiser un dosimètre électromagnétique. Nous avons aussi signé un accord avec la société Deloro Stellite pour la fabrication d'électrodes et de fils de soudage en acier IRECA, qui est un acier ultra-résistant à la cavitation des turbines.

De plus, dans le domaine des accumulateurs à électrolyte polymérique, nous avons fabriqué 40 petites piles destinées au secteur de la microélectronique. Elles font actuellement l'objet d'essais et d'évaluations chez un fabricant d'appareillage électronique. On envisage aussi la mise sur pied d'une usine pilote.

Une plus grande concertation

De nouveaux mécanismes de concertation ont été établis au sein de l'entreprise en 1987. Ils ont pour but d'orienter encore mieux la recherche en fonction des priorités d'Hydro-Québec. Un comité directeur et des tables sectorielles assurent ainsi la participation de toutes les unités aux choix stratégiques qui concourent à la réalisation des grands objectifs de l'entreprise.

Liste des sigles

ACE	Association canadienne de l'électricité
ANSI	American National Standards Institute
CEI	Commission Électrotechnique Internationale
CIGRÉ	Conférence Internationale des Grands Réseaux Électriques
EACL	L'Énergie Atomique du Canada, Limitée
EDF	Électricité de France
EPRI	Electric Power Research Institute (États-Unis)
HQI	Hydro-Québec International
IEEE	Institute of Electrical and Electronics Engineers (États-Unis)
INRS-Énergie	Institut national de la recherche scientifique
IREQ	Institut de recherche d'Hydro-Québec
LTEE	Laboratoire des technologies électrochimiques et des électrotechnologies
TAI	Technologie, Affaires internationales et IREQ

Planification de la technologie

Un nouveau processus de planification de la technologie a été mis en place au cours de l'année. Un comité directeur et des tables sectorielles permettent à toutes les unités de participer aux choix technologiques qui concourent à la réalisation des grands objectifs de l'entreprise.

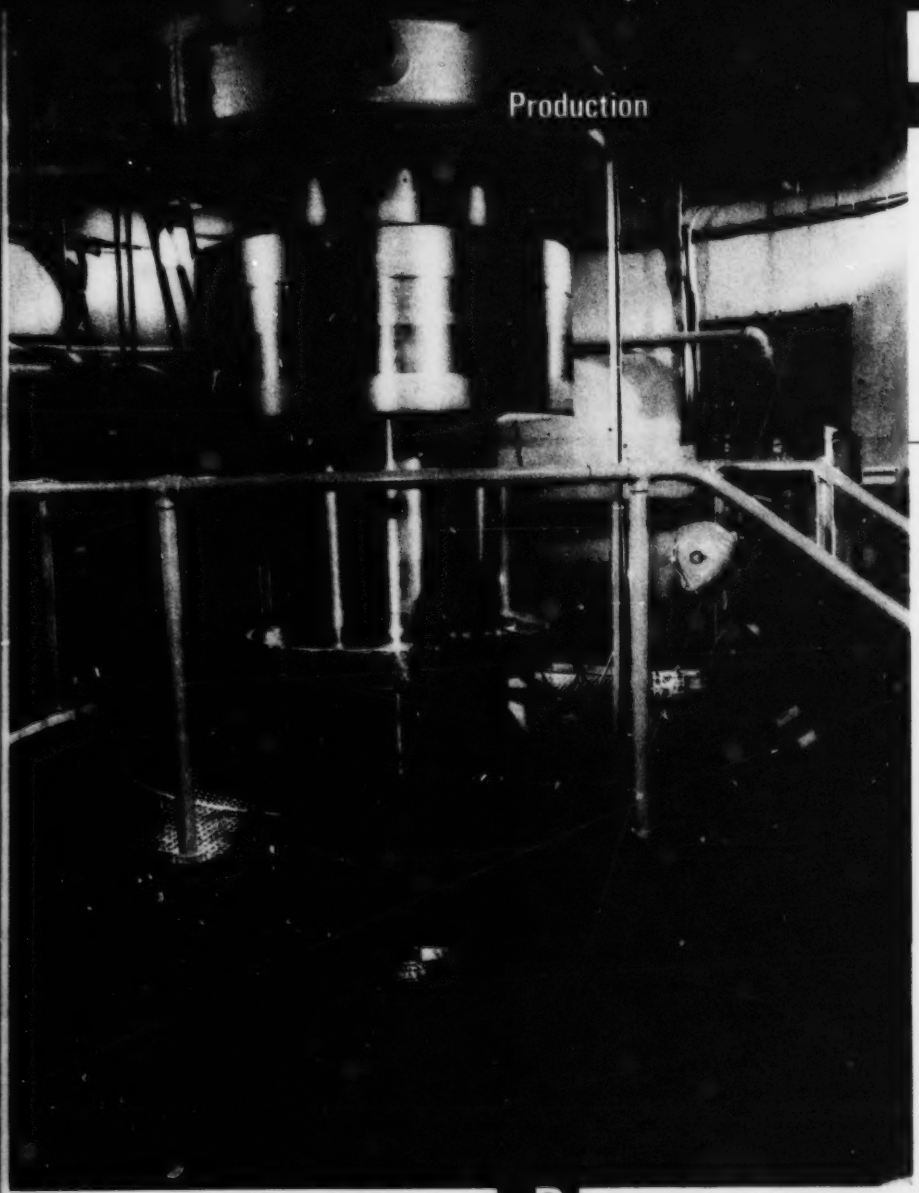
En raison de la place stratégique de la technologie dans les activités d'Hydro-Québec, l'entreprise a créé la direction Planification de la technologie pour veiller à ce que celle-ci soit développée et utilisée le plus efficacement possible.

En 1987, on a mis en branle un nouveau processus de planification mettant l'accent sur la concertation entre les différents intervenants, c'est-à-dire ceux qui font la recherche et ceux qui utilisent les produits développés. Pour appuyer cette démarche, un comité directeur et des tables de concertation ont été formés. Les utilisateurs de la technologie au sein de l'entreprise ainsi que les responsables et les spécialistes de différentes disciplines se penchent maintenant sur les besoins technologiques d'Hydro-Québec et sur les avenues de RDD à privilégier. Des équipes de travail, réunissant au total une centaine de cadres et de spécialistes, ont entrepris l'élaboration des objectifs et des plans d'action spécifiques pour une vingtaine d'axes technologiques. Un premier plan intégré verra le jour vers la fin de 1988.

De plus, pour soutenir la gestion des affaires technologiques de l'entreprise, nous avons réalisé un inventaire des projets dans ce domaine. Nous avons ainsi constitué une banque informatisée des projets de RDD. Elle comprend aussi bien les projets du groupe TAI que ceux des autres unités administratives d'Hydro-Québec. Elle facilite ainsi la planification et la gestion au niveau corporatif.

Nous avons également fait les préparatifs pour établir des relations de type client-fournisseur avec les autres unités de l'entreprise. On espère ainsi donner à tous les intervenants une plus grande responsabilité et accroître la mise en valeur des résultats de la RDD. Selon ce principe, chaque client interne financera les projets de RDD qu'il demandera, au même titre qu'un client de l'extérieur. Des projets pilotes ainsi que des ententes cadres entre le groupe TAI et les autres groupes d'Hydro-Québec ont été entamés afin de mettre en place ce mode de fonctionnement en 1989. Il est entendu que cela se fera en harmonie avec la philosophie de gestion de l'entreprise ainsi qu'avec ses pratiques de planification et de budgétisation.

Enfin, l'année écoulée a vu s'établir de nouvelles stratégies au chapitre du réseau de prospectives technologiques et de filières à long terme telles que la supraconductivité, la production d'hydrogène et la fusion nucléaire.



On procède à la vérification d'un des capteurs du dispositif de surveillance permanente des groupes turbines-alternateurs à la centrale de Rapide-Blanc. Ces travaux font partie du projet SUPER.

Dans les faits marquants qui caractérisent les activités du groupe TAI en 1987, on constate surtout un souci pour améliorer la précision, l'efficacité et la sécurité des équipements de production. Par exemple, on a installé dans une centrale le système SUPER pour surveiller de façon permanente les groupes turbines-alternateurs. De plus, des projets de recherche et développement ont été entamés afin de mettre au point des dispositifs et des méthodes pour mesurer la vitesse des rotors des alternateurs et les vibrations des barres statoriques.

Toujours en ce qui a trait aux alternateurs, nous avons étudié le vieillissement des enroulements et effectué des recherches sur l'interprétation des spectres de décharges. Un relais a aussi été mis au point pour protéger ces appareils. Quant aux turbines, un robot compact permet maintenant de réparer sur place les dommages de la cavitation. Nous avons également terminé la mise au point du modèle ATHENA, outil précieux pour l'aménagement optimal d'une vallée.

Enfin, nous nous sommes penchés sur la production d'électricité par jumelage d'une éolienne et d'un groupe diesel, tandis que des résultats inédits et importants marquaient les essais de notre usine expérimentale de gazéification de la biomasse. Nous avons aussi mis au point une méthode pour le dosage du bore dans les centrales nucléaires.

Surveillance permanente des groupes turbines-alternateurs

On a profité de la réfection du groupe nº 6 de la centrale de Rapide-Blanc pour installer sur ce groupe un dispositif de surveillance permanente. Le dispositif comprend un ensemble de capteurs destinés à mesurer un certain nombre d'indices : vibrations, pression, température, etc. Les données sont saisies à l'aide d'un acquisiteur interrogé par un micro-ordinateur. Ce dernier a pour tâche de gérer les données recueillies et d'établir des courbes de tendances qui permettront au gestionnaire de la centrale de mieux surveiller la machine et d'intervenir au moment opportun.

Le projet a été réalisé à la demande de la région Mauricie et du service Appareillage. Il a pour but de mettre au point un système informatisé de surveillance permanente des groupes turbines-alternateurs afin de mieux planifier leur entretien et de rendre ce dernier plus efficace. Le projet permettra aussi d'obtenir des données sur l'exploitation des groupes.

Mécanique

Protection en centrales

Au cours de l'année 1987, nous avons entrepris la réalisation du prototype de laboratoire du relais RUPA (relais universel de protection des alternateurs). Il s'agit d'un dispositif destiné à protéger les génératrices synchrones. Les sept fonctions principales de protection sont intégrées et implantées numériquement sur un système à double microprocesseur.

La technologie utilisée fait appel aux derniers développements en matière de systèmes de traitement de signaux numériques en temps réel. Elle offre trois grands avantages : une réduction de plus de 60 % du coût des équipements, une diminution radicale de l'encombrement et une souplesse accrue. L'approche, par son caractère modulaire, reste générale et permet d'envisager l'application de cette méthode à la protection des postes.

Les essais que nous avons effectués sur le prototype de laboratoire se sont avérés concluants. Le prototype sera installé sur un groupe de la centrale de Carillon au printemps de 1988, et l'homologation du relais devrait avoir lieu vers la fin de cette même année. Ce projet est commandité par le service Électricité de la direction Équipements de production.

Automatismes, Mesures et Communications

Mesure des vibrations des barres statoriques

En 1987, la direction Appareillage a mandaté une équipe de notre service pour démontrer et évaluer la possibilité de mesurer le taux de vibration des barres statoriques des alternateurs à l'aide de capteurs capacitifs. Un projet est donc actuellement en cours pour mettre au point un prototype de mesure. Nous prévoyons réaliser les premiers essais de démonstration d'ici la fin de 1988.

Un grand intérêt a été manifesté, tant au Canada qu'à l'étranger, pour un tel instrument de mesure. Il est donc fort possible que ce projet aboutisse à un produit que l'on pourra commercialiser. En fait, la société Vibro-Meter inc. est déjà engagée dans ce dossier, puisqu'elle suit de près l'évolution du projet. Ce produit pourra être vendu dans le monde entier puisqu'il s'applique à tous les alternateurs, et en particulier à ceux dont les bobines sont isolées avec des matériaux de synthèse.

Automatismes, Mesures et Communications

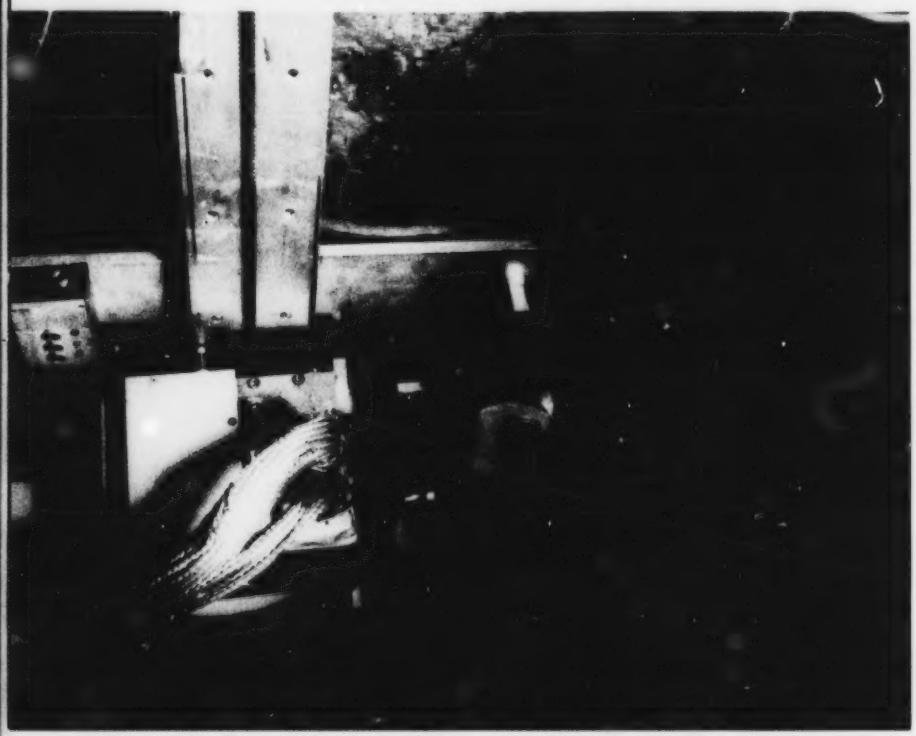
Mesure de la vitesse du rotor des alternateurs

Depuis quelque temps, la vice-présidence Planification des équipements d'Hydro-Québec commandite une recherche sur l'élaboration de nouvelles stratégies de réglage de la puissance des alternateurs. Un des points importants consiste à connaître la vitesse instantanée de la machine.

Nous avons donc entrepris l'essai d'une méthode de mesure de la vitesse au moyen de capteurs capacitifs semblables à ceux mis au point pour mesurer l'entrefer. Nous espérons ainsi obtenir des mesures de la vitesse du rotor dont la précision et le taux d'échantillonnage seront suffisants pour que cette méthode puisse être utilisée dans le réglage de la puissance. Comme le capteur relève la mesure directement sur les pôles de la machine, la lecture ne sera pas faussée par la torsion de l'arbre ou celle des croisillons du rotor, comme cela se produit lorsque les mesures sont effectuées sur l'arbre.

Automatismes, Mesures et Communications

Meulage d'un dépôt de soudure sur une turbine par un prototype du robot compact mis au point avec Ontario Hydro.



Robot compact pour réparer les turbines

La vice-présidence Recherche d'Hydro-Québec et la division Recherche d'Ontario Hydro unissaient leurs efforts en 1985 pour développer un système robotisé prototype qui pourrait réparer sur place les dommages causés par la cavitation dans les turbines hydrauliques. Ce projet, partiellement financé par l'ACE, a pris fin en décembre 1987 avec deux démonstrations. La première a eu lieu aux laboratoires d'Hydro-Québec et concernait le gougeage et le meulage robotisé. L'autre s'est tenue au centre d'Ontario Hydro, et illustrait le soudage robotisé. Nous avons ainsi prouvé qu'il est possible de réparer sur place les grandes roues de turbines au moyen d'un robot.

Nous allons maintenant améliorer la fiabilité de ce prototype de laboratoire. Le robot sera testé au cours d'une campagne d'essais en centrales, sur une turbine Kaplan ou sur une grande turbine Francis. À court terme, nous entreprendrons aussi la conception d'un prototype de deuxième génération qui pourra être utilisé sur les turbines Francis de dimensions moyennes et mieux répondre ainsi aux besoins d'Hydro-Québec.

Métallurgie et Technologie des matériaux

Interprétation des spectres de décharges

Nous avons poursuivi les études servant à déterminer le vieillissement et la dégradation des enroulements de stator des machines tournantes afin de pouvoir interpréter les spectres de décharges partielles mesurées sur les machines tournantes d'Hydro-Québec.

Par ailleurs, nous avons poursuivi pour le compte de l'ACE des recherches à caractère plus fondamental sur l'interprétation et la nature des spectres de décharges partielles dans l'appareillage isolé à l'époxy. Des études expérimentales nous ont permis de valider un modèle mathématique des processus de décharges qui a été mis au point au cours de ces études.

Câbles et Isolation interne

Dosage du bore

Une étude visant à améliorer la précision du dosage du bore et à réduire son seuil de quantification a été réalisée pour la division Chimie de la centrale nucléaire de Gentilly 2. On utilise le bore dans le modérateur afin de contrôler le flux neutronique. Le dosage de ce produit constitue une activité essentielle dans le fonctionnement du réacteur.

En effet, la précision et la sensibilité de la technique analytique utilisée jusqu'à présent étaient limitées. Ainsi, la précision de la limite inférieure de détection (1 mg/l) était de ± 10 %. Nos travaux ont permis d'atteindre une précision de l'ordre de 2 % pour la plage de 0,4 à 1 mg/l, avec un seuil de quantification de 0,02 mg/l. Nous achevons actuellement la mise au point d'une méthode automatisée d'analyse.

Chimie des matériaux

Aménagement optimal d'une vallée

La dernière version du modèle ATHENA a été terminée au cours de l'année 1987 et implantée à la direction Équipements de production. Celle-ci l'utilise pour déterminer l'aménagement optimal d'une vallée en fonction du niveau de production

Dans le cadre des travaux sur l'énergie éolienne appliquée aux réseaux non reliés, une équipe du groupe TAI participe au projet de démonstration et d'évaluation de l'éolienne de Kuujjuak, à l'extrême nord du Québec.

d'énergie garantie nécessaire. Le modèle résout ce problème au moyen d'une méthode très efficace qui regroupe l'énumération implicite, la programmation linéaire successive et l'analyse paramétrique.

Brièvement, l'énumération implicite fait le choix des sites qui seront aménagés pour un niveau de production donné. La programmation linéaire successive, quant à elle, se charge de déterminer la taille des installations. Enfin, l'analyse paramétrique montre comment la taille des installations varie avec le niveau de production. Cette méthode est efficace parce qu'elle ne fait appel que rarement à l'algorithme d'énumération implicite qui consomme beaucoup de temps de calcul.

Méthodes de gestion et d'analyse numérique de réseaux

Couplage éolienne-diesel

Pour réduire les déficits d'exploitation de ses réseaux non reliés, Hydro-Québec a entrepris un projet visant à jumeler les éoliennes aux groupes diesel. Le projet est financé à 40 % par Énergie, Mines et Ressources Canada.

Nous allons donc concevoir et mettre au point un système de commande et de régulation qui pourra intégrer efficacement, dans un réseau isolé, une production relativement élevée d'électricité au moyen d'éoliennes, sans avoir recours au stockage d'énergie. Ce projet permettra d'installer des éoliennes dont la capacité de production est très économique. Dans certains cas, cette capacité pourra même dépasser la demande de pointe du réseau. On suppose donc que l'on pourra arrêter les moteurs diesel par périodes de grand vent.

Le projet se divise en une partie analytique (simulation numérique des transitoires du système) et une partie expérimentale (validation du modèle de simulation), toutes deux réalisées à l'IREQ. À la fin du projet, on disposera d'un outil éprouvé qui servira à établir les spécifications techniques de groupes éolienne-diesel dans les réseaux non reliés.

Le projet a été lancé à la fin de 1986. En 1987, l'achat du matériel pour la partie expérimentale a été complété. De plus, un modèle de simulation simplifié du système a permis de démontrer la viabilité de la solution proposée. Le développement de la simulation dynamique est actuellement en cours et progresse normalement.

Mécanique

Usine expérimentale de gazéification de la biomasse

Depuis plus de trois ans, nous poursuivions un programme de gazéification de la biomasse au moyen d'un gazogène de 100 kg/h situé à l'usine expérimentale de Varennes. En 1987, nous avons terminé ce programme et les résultats obtenus ont été importants et inédits.

En effet, nous avons démontré pour la première fois que l'on peut produire, par la gazéification du bois en lit fluidisé à oxygène pur, un mélange de gaz approprié à la production de gaz de synthèse. De plus, un programme d'essais systématiques a permis de déterminer les principaux paramètres d'un tel réacteur, tandis que des études portant sur la mécanique des fluides ont conduit à la conception d'une nouvelle grille permettant de résoudre le problème des points chauds.

Le groupe TAI est conscient de la valeur et de l'importance de cette usine expérimentale comme moyen de recherche pour la communauté scientifique du Québec. Il a donc offert de transférer l'usine, par l'entremise du Centre québécois de la valorisation de la biomasse, à une université désireuse de prendre la relève d'Hydro-Québec dans le développement de cette technologie.

Chimie et Électrochimie industrielles

Une ligne expérimentale a été construite à Varennes pour étudier les effets des incendies de forêts sur les lignes à haute tension.

Dans le contexte économique et énergétique d'aujourd'hui, le transport de l'électricité revêt pour Hydro-Québec de plus en plus d'importance.

Nous avons étudié sur simulateur les interconnexions à c.c. Nous avons aussi déterminé les niveaux de perturbations électromagnétiques des postes CCHT et l'influence des électrodes de terre de ces postes sur la corrosion des oléoducs. Nous avons également entrepris des travaux sur les effets des incendies de forêts sur les lignes à haute tension.

D'autre part, nous avons examiné la possibilité d'augmenter la tension mécanique des conducteurs et nous avons élaboré une règle pour évaluer l'auto-amortissement des câbles de garde et des conducteurs. Nous avons effectué des études des câbles sous-marins et des installations souterraines et dressé le bilan des recherches sur les huiles isolantes.

En ce qui a trait aux effets biologiques des champs électrique et magnétique, ils ont fait l'objet de plusieurs projets. D'autre part, nous avons développé un dispositif pour amortir la ferrorésonance dans les postes blindés, de même qu'un prototype industriel de régulation de la tension.

Quant aux laboratoires Haute tension et Grande puissance, ils ont effectué de nombreux essais, en particulier sur des disjoncteurs et des sectionneurs. En informatique, des logiciels d'analyse de réseaux ont été optimisés et adaptés aux besoins d'Hydro-Québec, tandis que nous avons mis au point un modèle de valve à thyristors pour les compensateurs statiques.

Effets des incendies de forêts sur les lignes aériennes

Au cours des dernières années, les incendies à proximité des lignes à haute tension ont créé des courts-circuits sur ces lignes, provoquant ainsi des interruptions de service. Pour étudier ce problème, un projet de recherche est actuellement en cours. Il consiste à déterminer les seuils critiques de fonctionnement des lignes à c.a. ou à c.c. en présence d'un incendie.

Nous avons construit un tronçon de ligne expérimentale d'une longueur de 70 m. Nous l'avons soumis à des feux d'arbres et de fourrage afin de déterminer le comportement de l'isolement électrique de l'air. Les résultats préliminaires indiquent qu'en présence d'un feu, les propriétés isolantes de l'air sont nettement réduites. D'autres essais sont prévus pour l'été 1988. Ils auront pour but de vérifier l'isolement des chaînes d'isolateurs pollués par la fumée.

Les résultats de ces essais et leur analyse permettront d'établir de nouvelles normes de déboisement et d'entretien des emprises, ainsi que les caractéristiques des isolateurs, afin d'accroître la fiabilité du réseau.

Lignes aériennes et Isolation externe

Vibrations éoliennes des conducteurs surtendus

Nous avons entrepris une étude expérimentale aux Îles-de-la-Madeleine, financée en majeure partie par l'ACE. L'étude a pour but d'évaluer la possibilité d'augmenter la tension mécanique des conducteurs en faisceau, tout en maintenant les vibrations éoliennes à un niveau acceptable relativement à la durée de vie en fatigue des conducteurs. Les essais visent ainsi à déterminer la sensibilité aux vibrations éoliennes des faisceaux de deux, trois et quatre conducteurs en aluminium-acier tendus à 20, 30 et 35 % de leur tension de rupture.

Ce projet présente un intérêt économique considérable. En effet, il permet d'accroître la capacité de transit des lignes existantes ou de réduire le coût des supports des nouvelles lignes, grâce à une diminution de la flèche des conducteurs.

Parallèlement à cette étude expérimentale, le service Études et Normalisation de la vice-présidence Ingénierie et Construction procède à une étude technico-économique détaillée afin de déterminer dans quels cas il serait le plus avantageux d'augmenter la tension mécanique des conducteurs.

Mécanique

Effets biologiques des champs électrique et magnétique

Le plan d'action d'Hydro-Québec relatif aux effets biologiques des champs électrique et magnétique a reçu l'approbation du président-directeur général en juin 1986. Le plan comprend onze projets, et le groupe TAI a participé à plusieurs d'entre eux.

Dans le cadre de l'étude épidémiologique portant sur l'incidence du cancer lié à l'exposition aux champs électrique et magnétique, nous avons mis au point un dosimètre pour mesurer l'exposition des humains à ces champs. Une trentaine de dosimètres ont été fabriqués pour ce projet et les employés des régions Maisonneuve et Saint-Laurent ont participé à une étude pilote.

En ce qui a trait aux études in-vitro de l'effet des champs électrique et magnétique sur les cellules vivantes, nous avons entrepris le développement d'un système d'exposition approprié ainsi que d'une nouvelle méthode pour étudier la croissance des cellules exposées.

En ce qui concerne le transport à courant continu, le groupe TAI contribue à caractériser les champs électriques, les courants d'ions et les charges d'espace produits par la ligne à $\pm$ 450 kV des Cantons – Comerford. Les résultats nous aideront à en connaître davantage au sujet de l'effet de ces champs sur la santé des humains et du bétail.

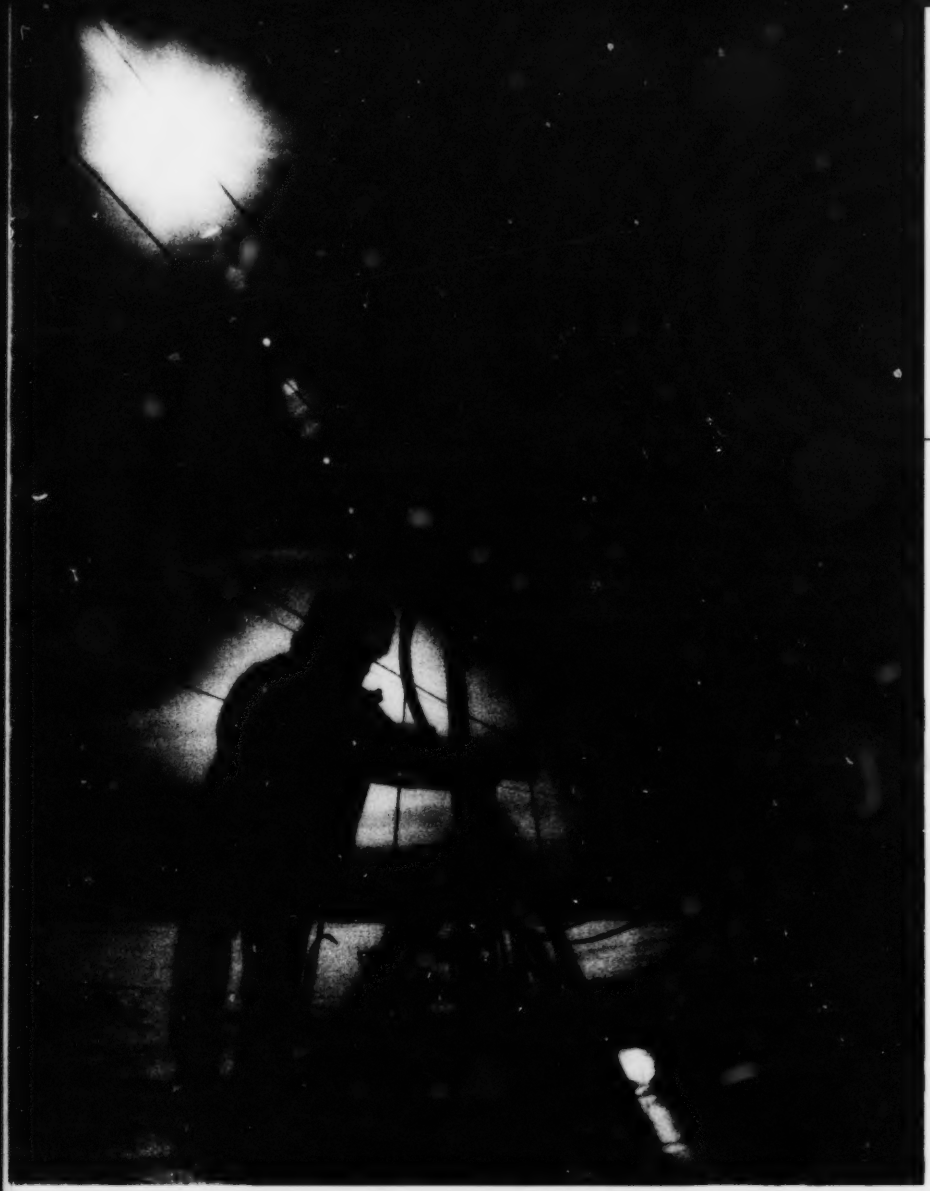
Dans le domaine des brûlures causées par l'électricité, le groupe TAI a développé, en collaboration avec le laboratoire de microchirurgie de l'hôpital Royal Victoria, un modèle expérimental de ce type de brûlures chez les primates.

Lignes aériennes et Isolation externe

Analyse des vibrations des conducteurs aériens

Les travaux analytiques des vibrations des conducteurs aériens, qui se poursuivent depuis plusieurs années dans notre service, avec le concours de la direction Lignes de transport, ont été marqués par plusieurs réalisations importantes en 1987.

Il faut souligner, entre autres, l'élaboration d'une règle semi-empirique pour évaluer l'auto-amortissement des câbles de garde en acier et des conducteurs en aluminium et en aluminium-acier. Cette règle permet aux ingénieurs d'alimenter plus adéquatement les modèles de calcul des vibrations éoliennes mis au point à l'IREQ. On peut aussi en arriver à mieux spécifier les paramètres de



Mesure des perturbations électromagnétiques près de lignes à haute tension.

réglage des conducteurs de même que les dispositifs anti-vibratoires nécessaires.

Ces modèles, dont l'un se rapporte aux câbles et aux conducteurs simples, pourvus ou non d'amortisseurs, sont dérivés sur une base stochastique et tiennent compte de la turbulence du vent. Ils font partie de deux programmes d'ordinateur intitulés PERFAMO et VIBEOL.

Mécanique

Environnement électromagnétique des postes CCHT

L'objectif principal de cette étude, entreprise de concert avec le centre de recherche de la B.C. Hydro et financée par l'ACE, consiste à caractériser de façon théorique et expérimentale l'environnement électromagnétique des postes de conversion CCHT.

Nous avons pris, aux postes Arnott de B.C. Hydro et Châteauguay d'Hydro-Québec, des mesures de perturbations électromagnétiques en régimes transitoire et permanent, aux fréquences de radio et de télévision. Une analyse théorique a aussi été faite à l'aide d'un logiciel spécial, le Code électromagnétique numérique, afin d'évaluer l'efficacité du blindage et du filtrage utilisés dans ce type de postes.

L'étude a permis, entre autres, d'obtenir une description quantitative des perturbations électromagnétiques transitoires provenant des postes de conversion CCHT. Des mesures en régime permanent révèlent que, dans le voisinage immédiat de ces postes, les perturbations peuvent être importantes, surtout aux fréquences inférieures à 0,5 MHz. À des distances de 500 m et plus, les perturbations sont négligeables. Quant aux résultats théoriques et expérimentaux, ils démontrent que le blindage du hall des valves ne suffit pas à lui seul à atténuer les perturbations électromagnétiques.

Lignes aériennes et Isolation externe

Électrodes de mise à la terre des réseaux à c.c.

Nous avons effectué des travaux concernant l'influence sur les oléoducs de l'interconnexion à c.c. entre le Québec et la Nouvelle-Angleterre. Ils nous ont permis de démontrer que les électrodes de terre des postes des Cantons, au Québec, et Comerford, aux États-Unis, n'ont qu'un effet négligeable sur la corrosion des oléoducs des sociétés Gaz Métropolitain, Les Pipelines Montréal ltée, Les Oléoducs de la Rive Sud et Portland Pipeline Corporation. Par conséquent, Hydro-Québec peut prévoir ne recevoir que des réclamations minimes de ces compagnies.

Par ailleurs, nous avons également participé activement aux travaux du comité-conseil sur les électrodes de rive du projet Gaspésie – Îles-de-la-Madeleine. L'analyse des essais effectués aux îles démontre que l'électrode peut être conçue différemment et de façon plus économique que ce qui avait été prévu à l'origine. De plus, les effets de cette électrode sur les installations environnantes seront négligeables.

Enfin, nous avons fait partie du comité-conseil sur l'électrode du poste de Radisson à la Baie James. Les travaux au lac Duncan ont permis de découvrir une immense formation de roche conductrice dans laquelle il serait simple et efficace d'installer une électrode de terre. Cependant, les essais ont indiqué que la roche qui englobe cette formation est très résistive et que le courant continu qui pénètre au lac Duncan circule dans le réseau à 735 kV et sature les transfor-

Le groupe TAI a participé aux travaux sur les effets des électrodes de terre des réseaux à c.c. On voit ici l'électrode du poste des Cantons, près de la frontière avec la Nouvelle-Angleterre.

mateurs de puissance sur son passage. Il est donc nécessaire de trouver des mesures d'atténuation inédites pour contrer ces effets négatifs au poste de Radisson et à celui de la centrale de La Grande 2. Nous étudions également des sites pour installer une électrode de mer dans la Baie James.

Métallurgie et Technologie des matériaux

Isolateurs composites

Les travaux effectués au cours de 1987 sur les isolateurs composites ont porté principalement sur les phases finales de deux projets pour l'ACE.

Dans le cas du premier projet, nous avons étudié le comportement de ces isolateurs en service dans trois milieux pollués. Parallèlement, en laboratoire, nous avons évalué trois méthodes de vieillissement accéléré sous pollution. Plusieurs essais diagnostiques ont été utilisés pour mesurer le vieillissement des isolateurs en milieu naturel et en laboratoire.

Dans l'autre projet, nous avons étudié le comportement mécanique à long terme des isolateurs composites soumis à des contraintes dynamiques. Nous avons déterminé que, dans une période de temps donnée, ces isolateurs sont beaucoup plus sensibles aux contraintes dynamiques qu'aux contraintes statiques. Il est probable qu'à l'avenir on choisira ce type d'isolateurs en fonction de leurs caractéristiques dynamiques. Pour ce faire, nous devons étudier ces dernières plus en détail.

Lignes aériennes et Isolation externe

Parachèvement d'un disjoncteur au SF_6 grand froid

Dans le cadre d'un projet mené conjointement avec Cegelec Industrie inc., des prototypes de disjoncteurs à 50 kA au SF_6 ont subi avec succès les essais de coupure les plus contraignants à une température de −50 °C. Les disjoncteurs de ce type répondent ainsi aux prescriptions mondiales qui fixent −50 °C comme température extrême. La phase d'industrialisation d'un appareil de présérie est en voie de réalisation, tandis que l'homologation devrait être obtenue au cours de l'année prochaine.

Cet appareil a été le premier au monde à être qualifié à une température réelle, et non simulée, de −50 °C. Ce programme met sérieusement en doute tout autre essai de qualification de disjoncteurs effectué à une température de 20 °C dans des conditions

Prototype industriel du régulateur de tension avant son installation dans un poste.

qui simulent de basses températures. La mise au point de l'appareil s'inscrit bien dans le virage technologique d'Hydro-Québec puisque l'entreprise envisage d'abandonner progressivement les disjoncteurs à air comprimé à très haute tension.

Appareillage électrique

Prototype industriel d'un régulateur de tension

Un prototype de démonstration d'un régulateur de tension, développé et construit aux laboratoires de l'IREQ, a été essayé dans deux postes de la région Richelieu. Comme les résultats obtenus ont été très satisfaisants, des démarches ont été entreprises auprès des autres régions d'Hydro-Québec pour faire connaître ce nouveau produit et déterminer les besoins en matière de régulation de tension.

À l'automne 1986, les régions Richelieu et Saguenay nous demandaient de construire deux prototypes industriels de ce régulateur. Ces appareils ont donc été conçus et construits conformément aux normes d'Hydro-Québec, en collaboration avec le fabricant Les Contrôles PSC.

Plusieurs améliorations, tant du point de vue matériel que fonctionnel, ont pu être apportées à ce stade. De plus, tous les plans et devis de ces prototypes de présérie serviront directement à la production en série. Les deux automatismes seront installés au printemps de 1988 aux postes de Saint-Césaire (région Richelieu) et Obalski (région Saguenay).

Méthodes de gestion et d'analyse numérique de réseaux

Câbles de transport pour traversées sous-fluviales

Au cours de 1987, nous avons poursuivi le projet relatif aux critères d'intervention pour les câbles à huile fluide du réseau de transport d'Hydro-Québec. Toutefois, nos activités principales ont surtout porté sur la future traversée sous-fluviale à c.c. ainsi que sur d'éventuelles traversées à c.a. En ce qui a trait à la traversée sous-fluviale à $\pm$450 kV en c.c., notre service a participé à plusieurs débats et décisions à ce sujet. Nous avons pris part à des rencontres techniques avec le groupe d'experts formé par le gouvernement du Québec. Nous avons aussi participé à des groupes de travail dans l'entreprise pour établir les spécifications techniques des câbles, analyser les soumissions préliminaires des fabricants et élaborer les protocoles pour les essais de type et de démonstration des câbles. Nous avons également contribué à la préparation des spécifications et des devis relatifs à la station d'essai de câbles qui sera construite à l'IREQ.

De nombreuses simulations électriques et thermiques ont été effectuées durant cette période afin d'apporter un soutien technique aux différents groupes de travail de l'entreprise. Enfin, nous avons réalisé une revue détaillée de l'état des connaissances relative aux câbles à isolation au papier imprégné et des câbles isolés au SF_6, et nous avons proposé des orientations de RDD à moyen terme en matière de câbles THT.

Câbles et Isolation interne

Bilan des recherches sur les huiles isolantes

La recherche dans le domaine des huiles isolantes utilisées dans les transformateurs et dans les câbles occupe depuis longtemps une place importante au sein des activités de notre service. Nous venons de publier un important rapport (8RT-4054) qui dresse le bilan des travaux réalisés dans ce domaine au cours de la dernière décennie pour Hydro-Québec, pour l'ACE et pour diverses sociétés privées. Le rapport décrit aussi les travaux en cours et esquisse les avenues de recherche dans lesquelles Hydro-Québec devrait s'engager au cours des prochaines années.

Par ailleurs, nous avons donné un séminaire à l'intention des employés d'Hydro-Québec afin de réaliser un premier pas vers le transfert des connaissances acquises au cours des dernières années dans le domaine des huiles de câbles et de transformateurs.

Câbles et Isolation interne

Au cours de l'année, le simulateur a notamment été utilisé pour étudier différents aspects de la liaison multiterminale à c.c. entre Radisson et la Nouvelle-Angleterre et pour la future traversée sous-fluviale.

Un appareil qui amortit la ferrorésonance dans les postes blindés

Une série d'essais préliminaires a permis de valider un nouvel appareil au poste Viger d'Hydro-Québec, un poste de sectionnement à 315 kV, blindé et isolé au SF_6. L'appareil offre une solution aux problèmes de ferrorésonance sous-harmonique. En effet, lorsque cette dernière se produit de façon soutenue, elle peut provoquer une surchauffe des transformateurs de tension et les détruire.

Pour vérifier à fond le fonctionnement de cet appareil, on en a installé six au poste Viger. Ils vont y demeurer toute la prochaine année. Ce dispositif est simple, fiable, de conception robuste et s'adapte facilement à n'importe quel problème ponctuel. Ces qualités nous permettent d'anticiper son application pour résoudre d'autres problèmes de ferrorésonance sous-harmonique rencontrés dans le monde, en particulier dans les postes blindés. En fait, des négociations sont actuellement en cours avec un fabricant d'équipement blindé.

Appareillage électrique

Liaison multiterminale à c.c.

Une étude visant à évaluer certains aspects du comportement de la liaison multiterminale à c.c. Radisson – Sandy Pond a été terminée en 1987. Cette interconnexion a aussi fait l'objet de plusieurs études réalisées au moyen des simulateurs des sociétés ASEA Electric et General Electric, toutes deux des États-Unis.

En ce qui a trait à l'étude effectuée par le simulateur à c.c. de l'IREQ, elle avait été demandée par la vice-présidence Planification des équipements et poursuit les objectifs suivants :

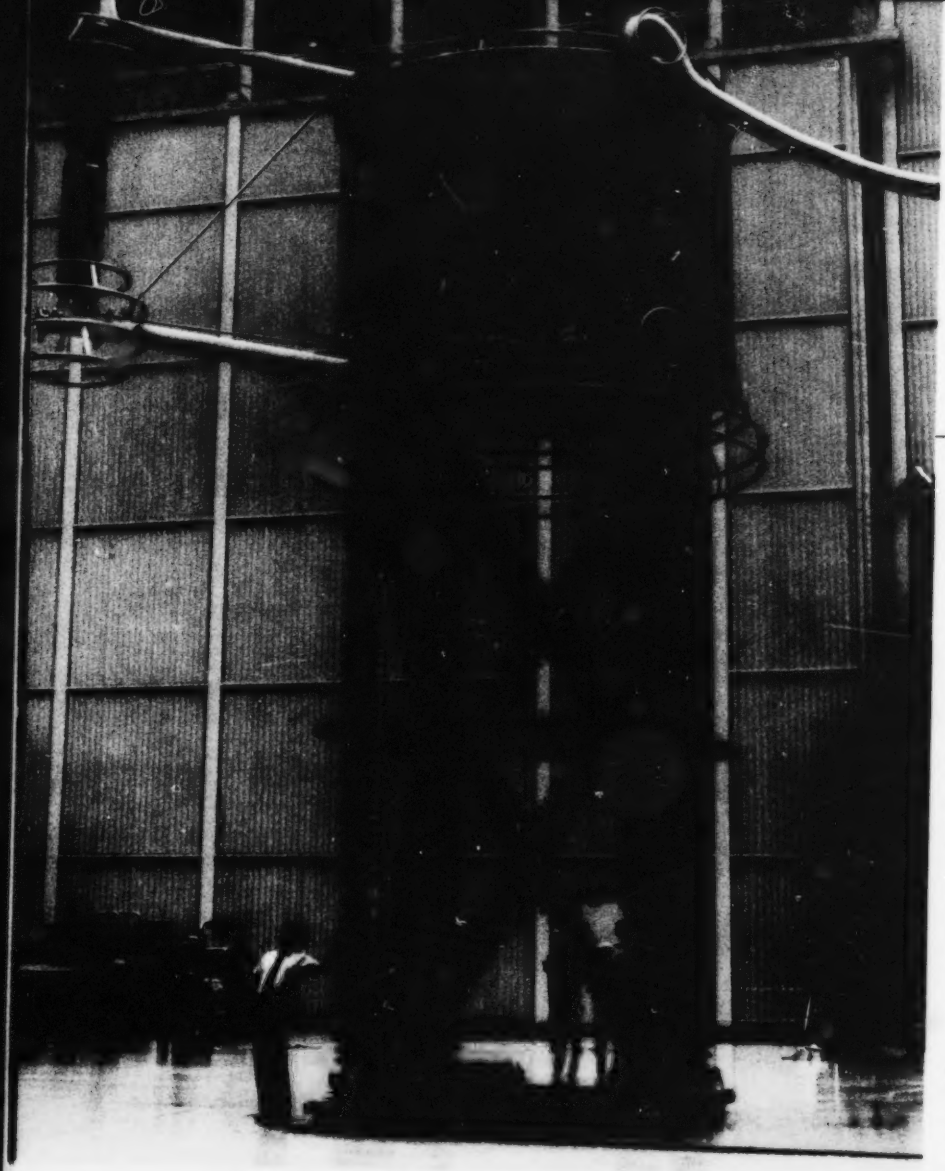
- déterminer les possibilités d'auto-excitation des alternateurs des centrales de La Grande 2 et La Grande 2 A ;
- déterminer l'effet de la compensation réactive au poste Radisson sur le fonctionnement du réseau CCHT ;
- déterminer la sensibilité de l'équipement du poste Comerford au courant induit à 60 Hz sur la ligne à c.c. ;
- déterminer la performance du réseau CCHT en fonction de différentes stratégies de commande.

Par ailleurs, nous avons réalisé une autre étude afin d'analyser l'influence du réseau à c.c. sur les caractéristiques de la future traversée sous-fluviale. Nous avons aussi examiné l'impact d'un câble sous-marin sur le fonctionnement des commandes et des protections.

Centre d'études et de simulation de réseaux

Logiciels d'analyse de réseaux

Divers logiciels d'analyse de réseaux ont été optimisés ou adaptés pour répondre aux besoins de l'entreprise. Plus particulièrement, nous avons intensifié le développement du programme EMTP pour l'analyse des phénomènes électromagnétiques. Nous avons assemblé des modèles de réseaux en c.c. et nous les avons mis à la disposition des ingénieurs de la vice-présidence Planification des équipements. Ces modèles ont été utilisés pour les études de la traversée sous-fluviale. De plus, de nouveaux modèles de parafoudre ont été intégrés au programme.



Nous avons testé au laboratoire Haute tension la première inductance à noyau d'air à 500 kV à c.c. au monde. Fabriquée par la société Trench Electric, elle était destinée à un réseau à c.c. en Inde.

Par ailleurs, notre service a été appelé à représenter Hydro-Québec au comité d'orientation du programme EMTP. Font aussi partie de ce comité : l'ACE et Ontario Hydro, ainsi que l'EPRI, la Western Area Power Administration (WAPA) et le US Bureau of Reclamation, tous trois des États-Unis, le CRIEPI du Japon, l'ASEA de Suède et l'EDF de France.

Enfin, le réseau de stations de travail APOLLO, utilisé pour le développement des logiciels, a été renforcé par l'ajout de deux stations DN4000 à 4 MIPS compatibles avec l'équipement en place.

Méthodes de gestion et d'analyse numérique de réseaux

Essais diélectriques

Au cours de la dernière année, le laboratoire Haute tension a obtenu 201 contrats, aussi bien avec l'entreprise qu'avec des fabricants. Ils comportaient une grande variété d'essais diélectriques effectués sur les équipements du réseau de transport. Voici quelques exemples.

- Nous avons vérifié 45 transformateurs de puissance et 80 transformateurs de courant.

- Nous avons effectué une vérification complète d'une inductance de lissage à noyau d'air de 180 mH, 1 568 A, pour un réseau à c.c. à 500 kV.

- Nous avons soumis deux traversées du réseau à c.c. à 500 kV du projet PIE (Pacific Intertie Expansion) à un programme d'essais sous pollution afin de déterminer leur performance en réseau.

- Nous avons vérifié deux sectionneurs, l'un à 735 kV et l'autre à 550 kV.

Laboratoire Haute tension

Essais de sectionneurs

La salle mécano-climatique du laboratoire Grande puissance a continué d'être très en demande au cours de 1987. En effet, nous avons réalisé avec succès des essais sur un sectionneur unipolaire à ouverture verticale à 735 kV, 4 000 A. Nous avons aussi testé un sectionneur de mise à la terre à ouverture télescopique à 735 kV, 50 kA eff./125 kA (valeur de crête).

Les essais en question comprenaient :

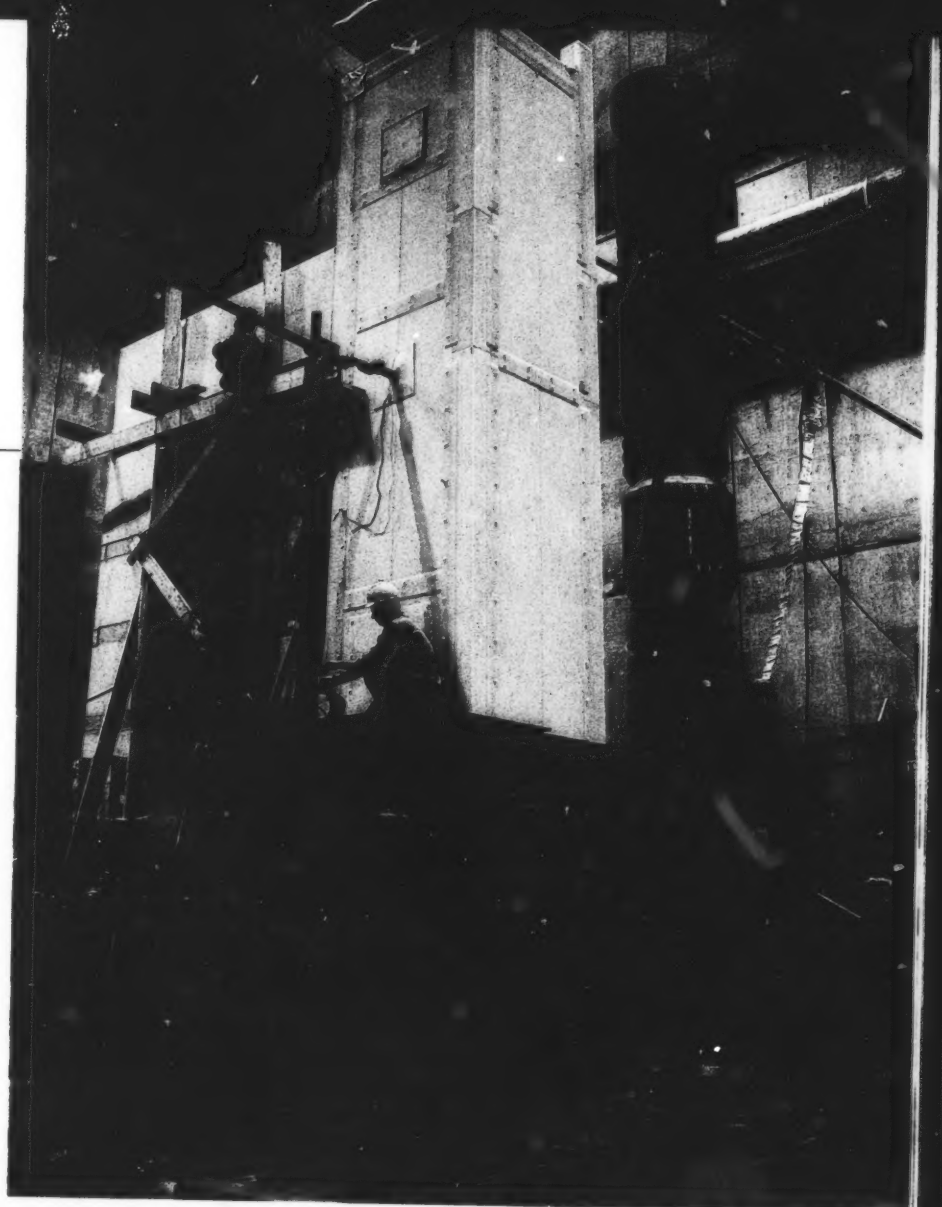
- 200 cycles de chaleur humide à des températures variant entre 25 et 45 °C, avec une humidité relative de 70 à 95 % ;
- deux cycles de variation brusque de température au cours desquels l'appareillage, qui est à une température de 57 °C, est arrosé avec de l'eau à 7 °C ;
- dix manœuvres d'ouverture et de fermeture à −50 °C.

Laboratoire Grande puissance

Modèle de valves à thyristors

Au cours de 1987, nous avons développé un nouveau modèle de valves à thyristors utilisées dans les compensateurs statiques. Ce modèle fait appel à des transistors à effet de champ pour mieux représenter les valves sur le simulateur de réseau. Le modèle représente aussi le circuit de base pour la commande des valves et le circuit d'amorçage de la protection contre les surtensions.

Nous avons mis au point une enceinte isolante démontable pour des essais d'appareillage sous grand froid.



Le modèle informatique nous a également permis d'effectuer une étude de validation du système de commande du compensateur statique de la société Siemens Electric ltée. L'étude était demandée par la compagnie d'électricité de la Nouvelle-Écosse. Elle aurait été difficilement réalisable au moyen des anciens modèles de valves à cause des niveaux élevés de courant hypostatique et de tension résiduelle.

Centre d'études et de simulation de réseaux

Essais de disjoncteurs et de sectionneurs

Le laboratoire Grande puissance a réalisé de nombreux essais au cours de l'année écoulée. Certains d'entre eux portaient sur les disjoncteurs. Par exemple, nous avons exécuté des essais d'interruption de courant à pression réduite sur un disjoncteur triphasé. Les essais se situaient à un courant de 30 kA eff. symétrique, avec une première crête de 83 kA asymétrique. La séparation des contacts du disjoncteur se produit à un courant de court-circuit asymétrique de 66 %, soit à une valeur instantanée de 74 kA.

D'autres disjoncteurs ont été testés. Cette fois il s'agissait d'essais d'interruption de courant de court-circuit sur des disjoncteurs à vide à 15 kV, 3 ϕ, 1 000 MVA. Les mêmes essais ont été effectués sur des disjoncteurs au SF_6 à 25 kV, 3 ϕ, 1 000 MVA. Les deux séries d'essais étaient conformes aux prescriptions de la norme ANSI C37.09-1979.

Les prescriptions de cette même norme ont été respectées lorsque nous avons vérifié le pouvoir de coupure du courant capacitif, sans réamorçage, d'un disjoncteur triphasé à 230 kV à air comprimé. Les essais ont atteint 482 A à 210 kV sur un des pôles du disjoncteur.

Enfin, nous avons mis à l'essai des sectionneurs. L'un d'entre eux était de type triphasé, à lame, à phases isolées et à refroidissement naturel. D'une tension de 13,8 kV, il était intégré à un jeu de barres blindées d'une longueur de 5 m. Nous lui avons fait subir un essai d'échauffement à 8 000 A, 60 Hz. Un ensemble de 150 thermocouples ont enregistré les températures des gaines métalliques, des conducteurs et des contacts.

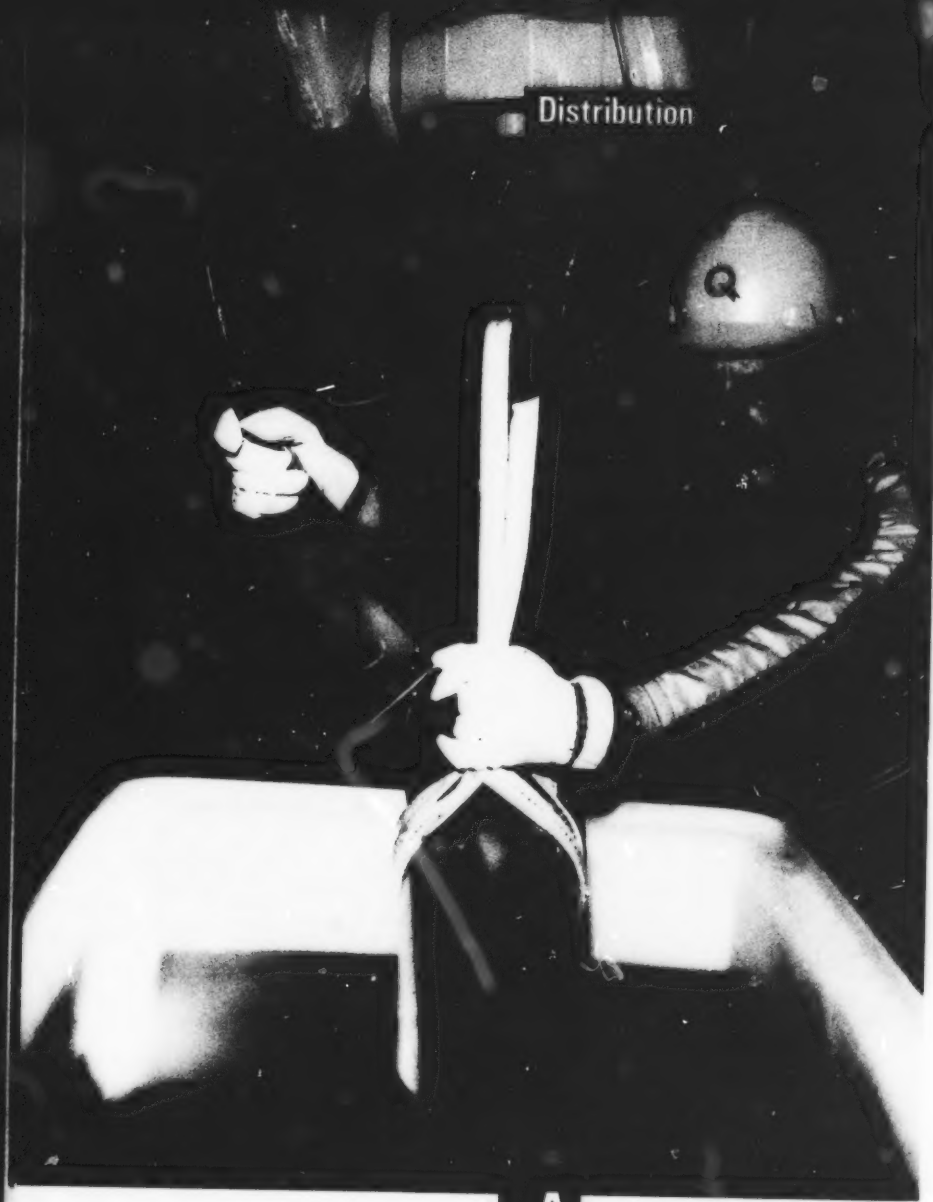
Laboratoire Grande puissance

Essais d'interruption de courants de court-circuit

Nous avons réalisé des essais d'interruption de courants de défaut aux bornes d'un disjoncteur au SF_6, à 735 kV, ainsi que de défauts proches en ligne. Le disjoncteur se trouvait dans une enceinte isolée et réfrigérée.

La tension transitoire de rétablissement à quatre paramètres a été produite pour la première fois à l'aide du circuit d'essais synthétiques, conformément à la Publication 56 de la CEI. La chambre de coupure ainsi que le SF_6 étaient refroidis à une température de −50 °C. Quant à l'enceinte isolante, elle est démontable et on peut modifier ses dimensions à volonté pour l'adapter à l'appareillage essayé. Le dispositif réfrigérant, lui, comprend deux compresseurs en cascade. Il est mobile et peut être utilisé dans différentes cellules du laboratoire.

Laboratoire Grande puissance



Un prototype de fusible limiteur de courant submersible, mis au point par la société Kearney National Co., a subi avec succès des essais de qualification.

Au cours de l'année écoulée, l'accent a surtout été mis sur l'amélioration de la qualité du réseau souterrain de distribution et sur la sécurité de ce réseau. En effet, on a examiné les causes de défauts des jonctions préfabriquées et des interrupteurs qui servent à isoler un circuit à l'essai. On a aussi étudié la composition de l'eau dans les chambres souterraines pour déterminer son potentiel corrosif. Toujours dans le souterrain, nous avons procédé à la qualification d'un fusible limiteur de courant submersible.

Nous avons également mis au point une résistance de mise à la terre pour protéger le neutre de certains réseaux flottants et développé un prototype de régulation de la tension au moyen d'une inductance variable autocontrôlée à entrefers. Nous avons aussi étudié les parafoudres de distribution à l'aide d'un nouveau montage expérimental. Enfin, deux logiciels ont été développés dans le but d'améliorer la fiabilité du réseau et un troisième pour concevoir et analyser les canalisations multitubulaires du réseau souterrain.

Qualification du fusible Q submersible

Nous avons réalisé la qualification d'un premier prototype de fusible limiteur de courant submersible. Ce dispositif a pour but d'empêcher les transformateurs de distribution en réseau souterrain d'exploser. Le projet, réalisé pour le compte de l'ACE, était mené conjointement avec la société Kearney National Co. Le prototype comprend le fusible Q, que nous avons antérieurement mis au point avec Kearney. Il a été qualifié grâce à un programme expérimental de validation spécialement mis sur pied pour cet appareil en particulier.

Ce programme a permis de constater que les fusibles Q utilisés sur le réseau aérien peuvent désormais être employés pour le réseau souterrain, à condition de réduire légèrement leur courant nominal. La mise au point du fusible est d'autant plus appréciée qu'elle permet d'accroître la sécurité du personnel en réseau souterrain.

Appareillage électrique

Oxydation dans le processus d'arborescence d'eau

En 1987, nous avons poursuivi d'importants travaux pour le compte de l'EPRI sur le rôle de l'oxydation dans le processus d'arborescence d'eau, ainsi que sur le développement d'un modèle théorique pour caractériser le vieillissement des câbles extrudés. Nous utilisons des techniques microscopiques de détection infrarouge par transformée de Fourrier pour déceler la présence d'oxydation dans les arborescences. De plus, nous avons effectué des études en laboratoire sur le vieillissement des matériaux afin d'évaluer l'importance de l'oxydation sur ce phénomène.

Câbles et Isolation interne

Potentiel corrosif de l'eau dans les chambres souterraines

À la demande de la région Saint-Laurent, nous avons effectué une étude préliminaire de la composition physico-chimique de l'eau présente dans les chambres du réseau souterrain de distribution. Cela constituait un premier pas pour déterminer le potentiel corrosif des eaux en contact avec les équipements installés dans le réseau souterrain.

Par ailleurs, ces eaux pourraient être contaminées par l'équipement et constituer un risque pour l'environnement. Il est donc important de connaître leur composition chimique et leur degré de contamination. L'étude entreprise a permis de mettre au point, de concert avec la région, un devis d'analyse chimique de ces eaux. À partir des données de ces analyses, nous avons préparé des mélanges synthétiques et effectué des essais électrochimiques pour évaluer la résistance des matériaux à la corrosion.

Chimie des matériaux

Intégrité diélectrique du réseau souterrain

Pour vérifier l'intégrité diélectrique d'une installation dans le réseau souterrain, on utilise des générateurs de tension continue. Le circuit à l'essai est isolé du réseau grâce aux interrupteurs normalement installés aux différents points de sectionnement. Au cours des dernières années, des défauts sont survenus à cause de l'amorçage de certains de ces interrupteurs à vide au moment où la tension à c.c. et celle du réseau, à c.a., se trouvaient confrontées. Nous avons donc lancé un projet en vue de déterminer les causes, les modes et les conséquences de la défaillance des interrupteurs.

Des essais ont été réalisés au laboratoire Grande puissance. Nous avons mesuré, d'une part, les surtensions transitoires qui apparaissent dans un câble au moment de sa remise sous tension. Les résultats ont permis de valider une étude faite sur ordinateur. Nous avons évalué, d'autre part, le comportement d'interrupteurs à vide de même type que ceux utilisés sur le réseau au moment d'une confrontation de tension ($\pm$60 kV en c.c., 15 kV [eff., 60 Hz]). Les essais ont permis de confirmer la sensibilité particulière de ce type d'interrupteurs dans ces conditions d'exploitation. Enfin, nous avons effectué des essais de remise sous tension de différents types de générateurs de tension afin de vérifier leur niveau de sécurité. L'analyse des résultats est en cours.

Appareillage électrique

Implantation du logiciel MASSIF

Nous poursuivons depuis plusieurs années des études théoriques et expérimentales sur le comportement électrothermique des câbles de transport et de distribution. Nous avons développé un modèle théorique, appelé MASSIF, fondé sur la méthode des éléments finis. Il a été raffiné à plusieurs reprises avec la collaboration des spécialistes de la région Richelieu.

Récemment cependant, une version conviviale sur micro-ordinateur PC a été mise au point avec la collaboration de la région Saint-Laurent. Le logiciel permet d'analyser n'importe quelle configuration de canalisation multitubulaire avec une charge constante ou cyclique différente dans chaque câble, avec refroidissement forcé ou naturel, en c.a. ou en c.c., etc. Ce logiciel est d'une grande utilité pour concevoir des nouvelles canalisations et pour optimiser celles qui existent déjà.

Câbles et Isolation interne

Analyse des défauts de jonctions préfabriquées utilisées dans le réseau souterrain.

Jonctions préfabriquées et accessoires de câbles

Les jonctions préfabriquées utilisées dans le réseau souterrain de distribution d'Hydro-Québec font parfois défaut en service normal sans que l'on puisse porter un diagnostic valable sur la cause de ces défauts. De plus, les défaillances des jonctions constituent un risque pour le personnel œuvrant dans les ouvrages souterrains. La direction Distribution et la région Richelieu ont donc fait appel à notre service pour trouver la cause de ces défauts et proposer des solutions. Nous avons alors entrepris une étude sur la caractérisation des jonctions vieillies en service ; elle se déroule parallèlement à une autre étude de même nature portant sur le diagnostic du vieillissement des câbles extrudés.

Nous avons également orienté nos activités vers l'évaluation des performances diélectriques des accessoires de câbles à des températures élevées de fonctionnement. En effet, plusieurs fabricants d'accessoires de câbles ont mis sur le marché de nouveaux produits qui sont conformes à la récente norme ANSI/IEEE 404 relative aux jonctions de câbles extrudés pour des tensions de 5 à 46 kV. Nous avons poursuivi un projet de recherche, en collaboration avec l'ACE, pour évaluer la performance d'un certain nombre de ces nouveaux produits par rapport à la norme. De plus, le projet vise à déterminer la durée de vie utile de ces accessoires au moyen d'essais de vieillissement accéléré.

Câbles et Isolation interne

Résistance de mise à la terre pour réseaux flottants

En collaboration avec l'ACE, nous avons proposé, conçu et homologué une résistance de 20 kΩ pour réduire les surtensions capacitives qui peuvent apparaître au secondaire de transformateurs d'un réseau flottant de distribution à 600 V. Ces surtensions se produisaient au moment de la fonte d'un fusible de protection situé du côté primaire des transformateurs. Elles pouvaient constituer un danger pour les monteurs et causer une interruption du service. La nouvelle résistance permet maintenant au personnel d'effectuer les travaux sous tension en toute sécurité et selon les méthodes de travail prévues pour les réseaux à 600 V. Elle assure également la continuité du service.

Par ailleurs, la performance de ce type de résistance s'est avérée de loin supérieure à celle des autres dispositifs de provenance extérieure testés au cours du projet. Quant au coût de production, il est environ dix fois moins élevé que celui des autres résistances.

Appareillage électrique

Régulateur de tension IVACE pour alimentation capacitive triphasée

Un prototype triphasé de 100 V, 15 A, a été mis au point pour régulariser la tension provenant directement des lignes de transport au moyen d'un condensateur de couplage. Cette technologie, fondée sur le magnétisme, fait appel à l'inductance variable autocontrôlée à entrefers (IVACE) développée à l'IREQ.

Il s'agit d'une technique révolutionnaire de réglage de la tension puisqu'elle nécessite de simples diodes au lieu de valves à thyristors qui doivent être commandées continuellement. Ainsi, ce nouveau régulateur est passif. Il est donc très fiable et facile d'entretien, car il ne requiert aucun circuit de commande.

Ce système de couplage capacitif triphasé est conforme aux premières exigences de principe d'un fabricant québécois. Ce dernier entend, par cette méthode, construire des postes triphasés de 1 MVA très peu coûteux, destinés aux pays en voie de développement.

Appareillage électrique

Fiabilité des réseaux de distribution

Deux logiciels conçus à la demande de la direction Distribution ont été terminés en 1987. Le système FRED permet d'évaluer et de prévoir la fiabilité d'une ligne de distribution en ce qui a trait à la continuité du service. Parmi les indices calculés pour des points spécifiques du réseau, ou pour l'ensemble de la ligne, on trouve des valeurs moyennes de fréquence et de durée totale des pannes, de même que les coûts défrayés par le client et par Hydro-Québec.

Le système TAU, pour sa part, permet de tenir à jour et de consulter les statistiques concernant les taux de pannes de différents types d'appareils, de conducteurs et de câbles du réseau de distribution. Le système est fondé sur les renseignements tirés des bases de données de l'Inventaire du réseau de distribution (IRD) et de l'Évaluation de la qualité en service (EQS). Les estimés des taux de pannes constituent les données d'entrée du système FRED.

Méthodes de gestion et d'analyse numérique de réseaux

Montage expérimental pour étudier les caractéristiques des pastilles oxymétalliques de parafoudres des réseaux de transport et de distribution.

Essais diélectriques sur isolateurs de distribution

Nous avons réalisé un vaste programme d'essais diélectriques des isolateurs utilisés sur le réseau de distribution. Les essais étaient conformes aux prescriptions de la norme ANSI C-29.1. Ils portaient sur les aspects suivants :

- la perforation à fréquence industrielle ;
- le contournement à sec et sous pluie à fréquence industrielle ;
- la mesure des perturbations radioélectriques et de l'effet couronne visible ;
- les essais de chocs de foudre.

Ces essais ont permis de vérifier les caractéristiques des isolateurs provenant du fabricant. Ils ont été réalisés à la demande de la direction Distribution.

Laboratoire Haute tension

Essais de l'appareillage de distribution

Nous avons mis à l'essai plusieurs types d'appareils utilisés en distribution. Nous avons d'abord soumis de l'appareillage sous enveloppe métallique, d'une tension de 29 kV, à un essai de type pour déterminer sa résistance à l'arc électrique. Cet arc est produit par un courant de défaut interne de 30 kA, amorcé par un fil fusible installé entre les trois phases. Des indicateurs en coton noir sont disposés verticalement près de l'appareillage. On considère que ce dernier a réussi le test si les indicateurs ne s'enflamment pas au cours de l'essai. Ce dernier est conforme aux prescriptions de la publication 298 de la CEI (accessibilité classe B).

Par ailleurs, nous avons également testé des interrupteurs submersibles de 27 kV, 600 A, 12 kA eff. symétrique, conformément aux spécifications de la norme ANSI C37.71-1984. Nous les avons soumis à des essais :

- de coupure de courant de charge principalement active, de courant magnétisant, de câble à vide et de boucle fermée ;
- de tenue au courant de courte durée ;
- de fermeture sur courant de court-circuit ;
- d'échauffement ;
- de tenue diélectrique.

Laboratoire Grande puissance

Montage expérimental pour l'étude de parafoudres de distribution

Un montage expérimental a été réalisé afin de tester des parafoudres de distribution avec de longues impulsions de courant. L'installation nous permet de simuler les décharges de lignes, conformément à la norme IEEE C62.11 sur les parafoudres à oxyde de métal.

Nous avons pu valider un nouveau concept de parafoudre grâce à ce montage. Le circuit d'essai produit une impulsion de courant rectangulaire d'une durée minimale de 2 000 μs et d'une amplitude pouvant atteindre 1 000 A.

Ce générateur nous est aussi très utile lorsqu'il faut diagnostiquer des parafoudres à oxyde de métal que l'on croit défectueux. Nous pouvons alors tester des pastilles directement. Cette installation nous permet également de mettre au point un moniteur qui mesure la hausse de température des pastilles d'oxyde de métal dans les parafoudres du réseau de transport.

Appareillage électrique

Les efforts entrepris par Hydro-Québec pour accroître l'utilisation de l'électricité dans les procédés industriels de fabrication et de transformation ont été plus marqués que jamais.

Les torches à plasma ont servi, dans un cas, au recyclage de l'écume d'aluminium et, dans un autre, au perçage de trous de coulée et au découpage de matériaux réfractaires endommagés.

Par ailleurs, l'induction électromagnétique a été utilisée pour mettre au point un chauffe-fluide/évaporateur qui fonctionne à la fréquence du réseau. Nous avons aussi lancé un projet de nouveaux catalyseurs pour la synthèse de produits de base en pétrochimie. Puis, en collaboration avec un fabricant, nous avons construit un prototype HT pour chauffer l'air des procédés industriels, et nous avons testé trois cellules d'électrolyse de l'eau pour l'usine HydrogénAL à Bécancour.

Enfin, de nombreux travaux ont été effectués dans l'industrie, en particulier pour évaluer la performance des procédés et pour démontrer le fonctionnement de diverses électrotechnologies.

Une étude a été menée sur la polymérisation des résines époxydes par rayonnement infrarouge à l'usine de la CGE.

Travaux dans l'industrie

De nombreux travaux ont été réalisés en usine chez des clients industriels d'Hydro-Québec au cours de 1987. Ils ont été effectués principalement à la demande de la vice-présidence Marchés internes ou à celle des ingénieurs en électrotechnologies des différentes régions administratives de l'entreprise. Ces travaux consistaient surtout à évaluer la performance des procédés industriels qui avaient été récemment convertis à l'électricité, ou qui étaient sur le point de l'être. Il s'agissait aussi de réaliser des projets de démonstration de diverses électrotechnologies.

Deux projets en particulier retiennent notre attention : le séchage par rayonnement infrarouge et convection de panneaux de construction à base de fibres de bois. Des démonstrations ont été réalisées chez Matériaux Cascades inc., à Louiseville, ainsi que chez Matériaux de Construction Domtar, à Donnacona. Par ailleurs, un four pilote à rayonnement infrarouge a été construit et mis en service à l'usine de la Générale électrique du Canada inc., à Saint-André Est. Il a permis de démontrer que l'infrarouge peut être appliqué avantageusement à la polymérisation des résines époxyde.

De plus, nous avons effectué des mesures de rendement énergétique sur une chaîne de vulcanisation du caoutchouc par micro-ondes et par résistances chez Waterville T.G. inc., à Waterville. Des mesures semblables ont été prises pour la cuisson de biscuits chez E. Harnois ltée, à Joliette.

Enfin, d'autres projets ont été entrepris en 1987 et se poursuivront en 1988. Par exemple, la recompression mécanique des vapeurs de lait à l'usine de Lactantia ltée, à Victoriaville, et le préséchage par rayonnement infrarouge dans un procédé de thermofixation de colorants sur tissus, chez Consoltex inc., à Cowansville.

Électrotechnologies industrielles

Induction électromagnétique

Le laboratoire de chauffage par induction du LTEE tente d'appliquer l'induction électromagnétique à des domaines non traditionnels. Par exemple, nous concentrons nos efforts sur des applications qui ne sont pas reliées à la distribution d'énergie électrique, comme les transformateurs ou les moteurs, ou à la métallurgie, comme la fonte ou la chauffe des métaux.

Ainsi, nous avons mis au point un chauffe-fluide/évaporateur à induction électromagnétique de 10 kW. Il s'agit d'un concept de chauffage qui fonctionne à la fréquence du réseau. On peut s'en servir pour chauffer ou faire évaporer une grande variété de fluides. Les caractéristiques de l'appareil rendent ce dernier très attrayant pour la chauffe de liquides thermosensibles, comme on en trouve souvent dans les industries agro-alimentaires, pétrochimiques et électrochimiques.

L'appareil consiste essentiellement en un transformateur avec noyau. Le secondaire est constitué d'un enroulement en spirale fait d'un tuyau. Le liquide à chauffer ou à évaporer circule dans le tuyau. Le primaire consiste en une bobine de fil de cuivre. Le fil est concentrique par rapport au secondaire et la bobine est située à l'intérieur de ce dernier.

Le rendement thermique obtenu au moyen de ce prototype monophasé s'élève à plus de 95 %. De plus, cet appareil est intéressant pour les installations de petite et de moyenne puissance. Enfin, il est d'un encombrement réduit par rapport à une installation de même puissance qui fonctionne par résistances électriques. Un prototype de démonstration à alimentation triphasée, d'une puissance de 90 kW, est en voie de construction.

Électrotechnologies industrielles

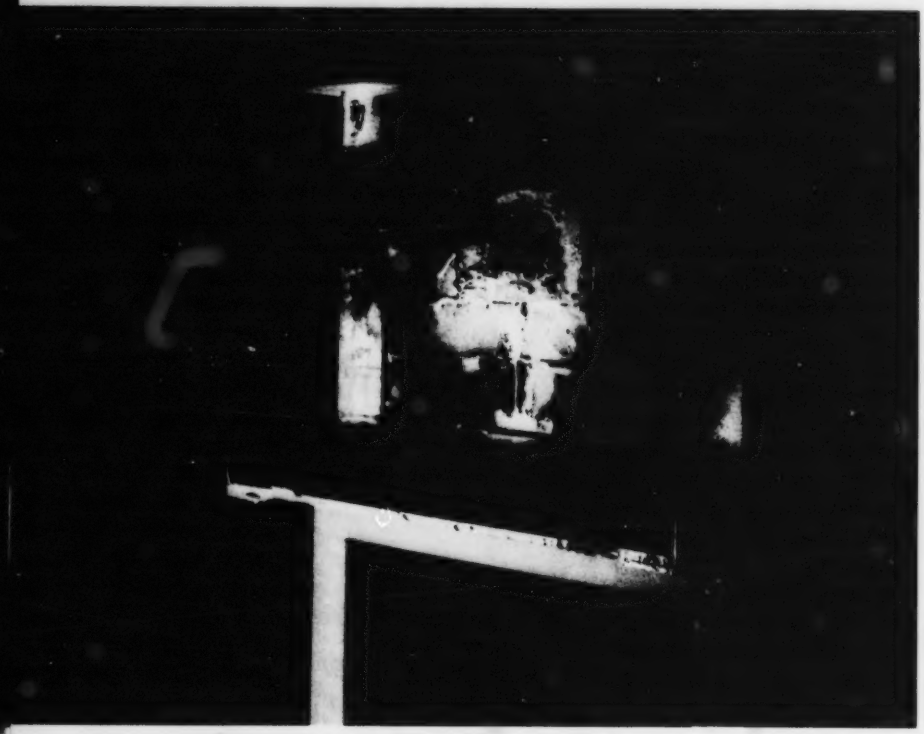
Prototype à haute tension pour le chauffage de l'air

En collaboration avec un fabricant d'équipement de chauffage de l'air, P.M. Wright ltée, nous avons procédé en cours d'année à la construction et à l'essai d'un prototype de chauffage par résistances fonctionnant à haute tension. De tels dispositifs de chauffage pourront être utilisés pour chauffer l'air dans les procédés industriels. L'originalité du prototype vient du fait qu'il est alimenté à une tension de 4,16 kV, plutôt qu'à la tension de 600 V utilisée normalement dans l'industrie. On peut aussi projeter des économies appréciables quant aux immobilisations nécessaires.

Ce projet, réalisé à la demande de l'ACE, en est à sa deuxième et dernière phase. Il nous a permis de construire en laboratoire un appareil d'une puissance de 1 MW et d'une tension de 4,16 kV, et de le faire fonctionner à une température de 600 °C. L'expérience acquise nous porte à conclure que ce prototype pourra être employé pour des applications industrielles.

Électrotechnologies industrielles

Nous avons utilisé avec succès une torche à plasma pour percer des trous de coulée et pour découper des matériaux réfractaires dans les fours de fusion des métaux.



Perçage et découpage de matériaux réfractaires avec une torche à plasma

Une équipe de chercheurs a effectué des tests préliminaires qui avaient pour but de démontrer l'efficacité d'une torche à plasma pour percer des trous de coulée, ou pour couper des matériaux réfractaires endommagés dans les fours électriques de fusion des métaux. Ces essais ont été réalisés pour le compte de la compagnie QIT – Fer & Titane inc.

Les perceuses mécaniques utilisées pour des matériaux très durs, comme la brique, le béton ou la roche, sont d'entretien coûteux car les forets s'usent très rapidement. Les systèmes pneumatiques à percussion nécessitent aussi un entretien fréquent. Quant aux torches chimiques, le profil de leur flamme est mal défini, et les températures atteintes ne peuvent guère dépasser 2 000 K.

La torche à plasma émet un jet de plasma à haute vitesse et à une température d'environ 6 000 K. Lorsque le jet entre en contact avec la matière, cette dernière fond et se volatilise rapidement. De plus, le profil du jet est bien défini, ce qui permet d'obtenir des contours de coupe réguliers. Enfin, on peut mettre en marche et arrêter la torche facilement, et l'absence de parties mécaniques permet d'envisager des coûts minimes d'entretien.

Les essais réalisés en laboratoire ont permis de démontrer qu'une torche de 150 kW, qui utilise l'air comme gaz plasmagène, peut faire fondre un bouchon d'argile froid de 12 cm de diamètre et de 25 cm d'épaisseur en moins de cinq minutes. Une coupe de 10 cm de profondeur sur 50 cm de longueur a été réalisée en 15 minutes dans la brique à 90 % d'alumine et imprégnée de fer. Ces résultats satisfont pleinement le client et prouvent la faisabilité de la technique, ainsi que sa rapidité et sa précision par rapport aux techniques actuellement en usage dans l'industrie.

Nous avons ensuite fait l'acquisition d'une plate-forme mobile à partir de laquelle on peut faire fonctionner des torches dont la gamme de puissance s'échelonne de 50 à 1 000 kW. Cet équipement permettra d'effectuer ces mêmes essais à l'usine du client, ainsi que d'autres travaux qui nécessitent l'utilisation contrôlée d'une source de chaleur à haute température.

Plasmas industriels

Oxydation partielle du méthane

Une étude, cofinancée par le gouvernement fédéral (laboratoire CANMET) et par Gaz Métropolitain, a été lancée pour mettre au point et caractériser de nouveaux catalyseurs. Ces matériaux seront utilisés en pétrochimie pour la synthèse de produits de base (éthylène, éthane et acétylène) à partir du gaz naturel (méthane).

Le procédé chimique en question comporte une oxydation partielle du méthane sur des oxydes qui ont une propriété d'oxydo-réduction réversible. Certains catalyseurs obtenus jusqu'à présent peuvent convertir le méthane à un taux de 20 % avec une sélectivité en C_2 de plus de 95 %. Ces matériaux réagissent à des températures de l'ordre de 750 °C. La réaction parasite à éviter demeure l'oxydation totale du méthane en bioxyde de carbone et en eau. Le projet s'échelonnera sur une période de deux ans.

Chimie des matériaux

Recyclage de l'écume d'aluminium par un procédé au plasma

Lorsque les alumineries procèdent à la fonte de l'aluminium, une quantité importante d'écume se produit. L'écume contient principalement de l'alumine et de fines gouttelettes d'aluminium. Le contenu en métal dépasse parfois 50 %. Le recyclage de l'écume en vue de récupérer ce métal est effectué au Québec dans des fours chauffés à l'aide de torches au mazout.

Nous avons mis au point, dans nos laboratoires d'essais, un procédé de chauffage qui fait plutôt appel à une torche à plasma. Le chauffage, réalisé en atmosphère inerte, permet d'éviter toute oxydation supplémentaire de l'écume au cours du traitement. Deux séries d'essais ont été effectuées. La première utilisait un four à creuset, et la seconde un four rotatif. La quantité d'aluminium récupéré par fournée était de l'ordre de 250 kg.

Ce procédé sera utilisé dans une usine de 1 MW construite à Jonquière. La mise en service de l'usine est prévue pour le début de 1988.

Plasmas industriels

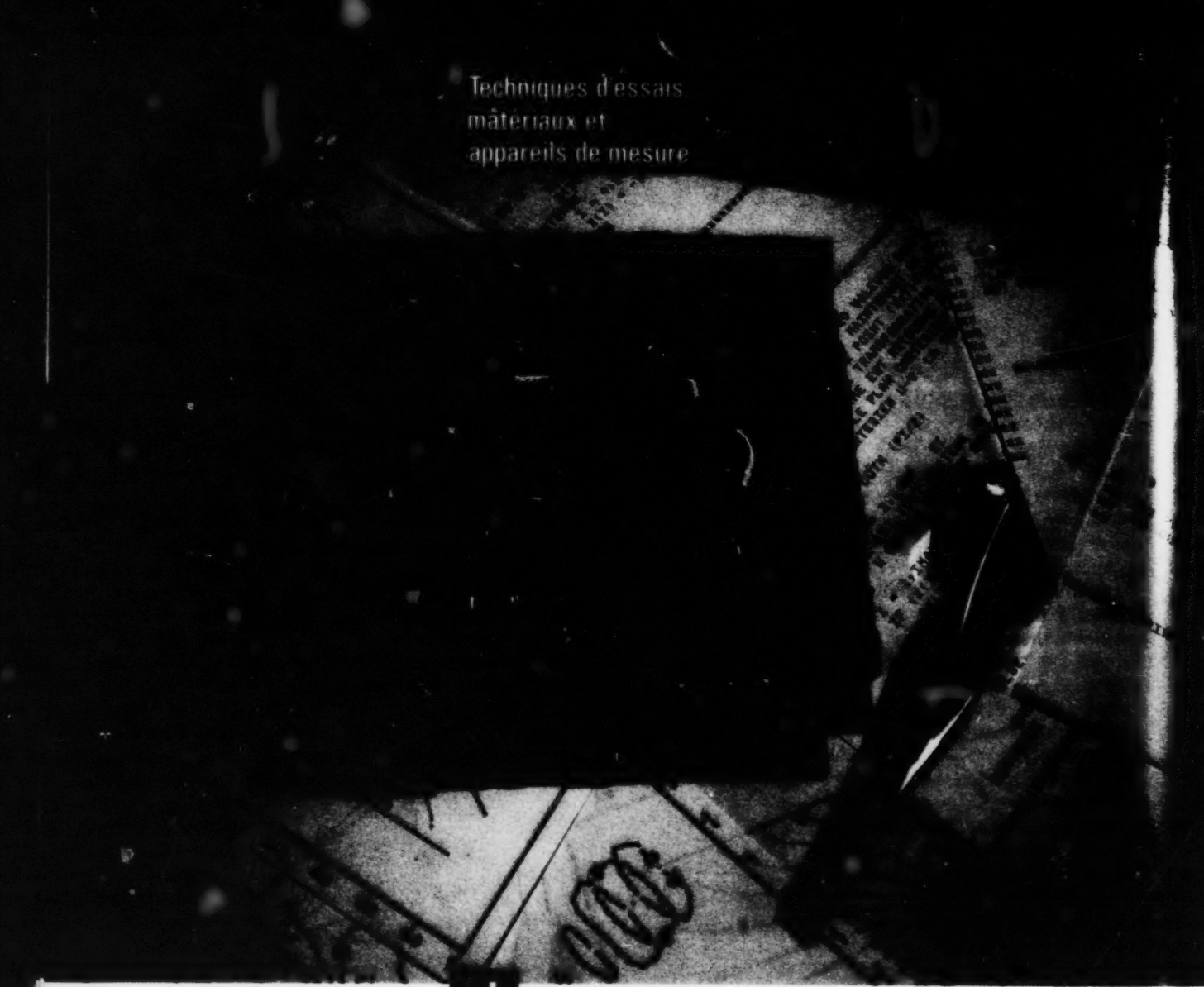
Usine expérimentale d'électrolyse de l'eau

Dans le cadre d'une entente avec la société Électrolyser inc., trois cellules d'électrolyse de l'eau, d'une puissance de 100 kA chacune, ont été testées à l'usine pilote de Varennes. Au début de 1988, elles seront livrées à l'usine de production d'hydrogène liquide de Bécancour. Cette usine fait partie du projet HydrogénAl, réalisé conjointement par Air Liquide Canada ltée et Hydro-Québec.

Quatre autres nouvelles cellules seront installées à Bécancour en 1988. Elles comportent les plus récentes innovations dans le domaine et seront soumises à un programme d'évaluation. L'hydrogène produit par l'usine pilote est vendu à Air Liquide selon les termes d'un contrat de trois ans conclu en janvier 1987.

Chimie et Électrochimie industrielles

Techniques d'essais, matériaux et appareils de mesure



Les logiciels de traitement et d'exploitation ont pris une place importante dans les activités de 1987. Un d'entre eux traite les résultats des mesures des décharges partielles qui se produisent au cours des essais de réception des grands transformateurs. Un autre logiciel traite les signaux des systèmes mobiles d'acquisition de données pour un projet qui vise à concentrer dans des roulottes l'ensemble de l'équipement nécessaire pour effectuer des essais sur place. Enfin, un ensemble de logiciels d'exploitation permet aux simulateurs de réseau de fonctionner en mode multi-utilisateurs.

D'autre part, nous avons progressé dans l'établissement de diagnostics relatifs à l'intégrité structurale de différents matériaux utilisés dans le réseau d'Hydro-Québec. Nous avons également mis au point des méthodes d'essai des fibres optiques HT, et nous avons développé un capteur de courant universel que l'on peut employer pour tous les essais réalisés dans une station à fort courant continu ou alternatif.

La mécanique de la rupture a fait l'objet de travaux expérimentaux et de la mise au point de logiciels de modélisation.

Mécanique de rupture et fatigue

En 1987, deux projets ont concouru à réaliser notre objectif ultime d'établir un diagnostic de l'intégrité structurale des différents matériaux utilisés sur le réseau d'Hydro-Québec. Les composants constitués de ces matériaux peuvent être soit en service, soit à l'étape de la conception.

Le premier projet est fondé sur des techniques sophistiquées d'observation microstructurale et fractographique. Nous avons réalisé une étude intensive des mécanismes d'amorçage et de propagation de la rupture. Cette étude permettra en premier lieu de déterminer plus rapidement la cause exacte d'un bris en service. Elle servira, en second lieu, de guide pour choisir des matériaux destinés à un usage précis.

Quant au deuxième projet, il porte sur un logiciel particulier d'éléments finis que l'on focalise sur une région voisine de la section la plus faible d'un composant. On peut ainsi établir avec certitude la longueur critique de propagation stable d'une fissure, avant que cette dernière n'atteigne l'instabilité. Ce logiciel génère sa propre maille dans une géométrie donnée. Il assimile alors le composant à un solide incompressible, ce qui constitue la façon la plus représentative de modéliser une déformation plastique localisée dans une pièce massive.

Métallurgie et Technologie des matériaux

Capteur de courant universel

Nous avons conçu un capteur de courant universel qui peut être utilisé pour tous les essais effectués dans une station d'essais à fort courant continu ou alternatif, c'est-à-dire aussi bien pour les essais en régime transitoire que permanent. Le capteur est constitué d'un shunt monolithique dont la section est de géométrie rectangulaire.

La réponse en fréquence des shunts rectangulaires est limitée par les courants de Foucault qui sont induits par le champ magnétique variable produit par le courant dans le shunt (effet pelliculaire) ou par le courant dans un conducteur situé à proximité (effet de proximité). Nous avons mis au point une méthode de compensation de la réponse en fréquence qui permet d'obtenir un gain par un facteur de 50, et cela sans augmenter de façon importante les coûts de production. Cette méthode de compensation fait actuellement l'objet de demandes de brevets au Canada, aux États-Unis, en Europe et au Japon.

Techniques de mesure et Informatique scientifique

Fibres optiques à haute tension

Un projet entrepris pour le compte de l'ACE nous a permis de mettre au point des méthodes d'essai de fibres optiques à haute tension. Il existe plusieurs conceptions de ces fibres : fibres dans une colonne de porcelaine remplie d'huile ; fibres dans un isolateur composite ; simple câble tout diélectrique. Nous avons donc été appelés à utiliser différentes approches d'essai de vieillissement et à expérimenter divers produits offerts sur le marché. En particulier, nous avons testé certains échantillons de fibres en atmosphère sèche, humide, et dans l'huile de transformateurs. Nous avons aussi mis au point une méthode de cyclage thermique avec application de tension, et nous avons testé les deux types d'isolateurs composites avec fibres optiques disponibles sur le marché. Ces travaux ont été effectués en collaboration avec le service Lignes aériennes et Isolation externe ainsi qu'avec le service Câbles et Isolation interne.

Automatismes, Mesures et Communications

Logiciels d'exploitation multi-utilisateurs

L'année 1987 a vu la mise au point d'un ensemble de logiciels qui permet de faire fonctionner les simulateurs de réseaux en c.a. ou en c.c., en mode multi-utilisateurs. Ce système comprend trois niveaux.

- Les équipements sont contrôlés par les programmes superviseurs qui peuvent gérer jusqu'à quatre utilisateurs, ainsi qu'interpréter et exécuter des commandes en provenance du contrôleur général.

- Le contrôleur général joue le rôle de coordonnateur. Il gère les messages entre l'ordinateur principal et les superviseurs de l'équipement.

- L'ordinateur principal fonctionne en mode multi-utilisateurs sous le logiciel d'exploitation UNIX. Il communique avec le contrôleur général au moyen de quatre liens en série. Cela lui permet de desservir jusqu'à quatre utilisateurs en même temps.

Nous avons aussi mis au point un programme de contrôle général des simulateurs qui exploitent cet ensemble de logiciels. Il lit les paramètres d'essai et leur mode de variation. Il établit ensuite la configuration de réseau désirée et effectue les séquences de manœuvre, l'acquisition des données et leur analyse.

Centre d'études et de simulation de réseaux

Nous avons mis au point un logiciel pour traiter les mesures des décharges partielles qui se produisent au cours des essais de réception des grands transformateurs au laboratoire Haute tension.

Logiciel de traitement de signaux pour un système mobile d'acquisition numérique

En collaboration avec le service Essais et Expertises techniques de la région Maisonneuve, nous avons commencé à mettre au point un système intégré de visualisation et de traitement mathématique de signaux dans le cadre du projet SMAN (système mobile d'acquisition numérique). Ce projet vise à concentrer dans des roulottes, dotées de tout l'équipement d'acquisition et d'analyse de données, l'ensemble des fonctions nécessaires pour exécuter des essais sur place.

Notre contribution consiste à adapter nos logiciels-outils à ce nouveau besoin ainsi qu'à des besoins semblables. Les logiciels comprennent : une base de données de type scientifique, un langage interprété enrichi de fonctions mathématiques sophistiquées, un ensemble de fonctions pour le traitement graphique fondé sur une norme d'affichage bien connue (GKS), ainsi qu'un logiciel de saisie de données.

On pourra utiliser ce logiciel à partir de postes de travail SUN avec logiciel d'exploitation UNIX, reliés par un réseau de type ETHERNET. Les sorties sur papier se font au moyen d'imprimantes au laser Imagen. Les postes SUN disposent également du logiciel de publication INTERLEAF. Les analystes de la région Maisonneuve auront ainsi à leur disposition tous les moyens nécessaires pour analyser leurs essais : de l'acquisition des données jusqu'à la rédaction du rapport final. Le tout sera regroupé dans une roulotte qui pourra se trouver sur les lieux mêmes de ces essais.

Techniques de mesure et Informatique scientifique

Logiciel de traitement des mesures de décharges partielles

Nous avons mis en route un logiciel spécialisé dans le traitement des résultats des mesures de décharges partielles qui se produisent au cours des essais de réception des grands transformateurs de puissance au laboratoire Haute tension. Ce logiciel gère l'acquisition des décharges partielles au moyen d'un système à six canaux : la conversion en forme numérique, l'affichage en temps réel dans trois formats différents, le stockage sur disque rigide et le post-traitement.

Le système permet ainsi de suivre l'évolution du transformateur à l'essai au cours de la période pendant laquelle on applique la tension. Normalement, cette période dure une heure. Des graphiques tridimensionnels représentent la distribution du taux d'apparition de décharges partielles en fonction de la phase où la tension d'essai est appliquée et de la charge apparente. Chaque graphique illustre les mesures acquises durant une seconde. L'ensemble des graphiques peut être réaffiché à l'écran en mode accéléré, ce qui permet de voir un essai d'une heure, par exemple, en cinq minutes. On obtient ainsi un résumé de la performance du transformateur en essai de longue durée.

Techniques de mesure et Informatique scientifique

Quarante accumulateurs à électrolyte polymérique (ACEP) ultra-minces ont été conçus et livrés à un fabricant d'appareillage micro-électronique pour qu'ils soient évalués.

L'innovation technologique joue un rôle de premier plan pour Hydro-Québec. De nombreux projets ont été à l'affiche au cours de l'année dernière. Entre autres, nous avons conçu et livré à un utilisateur deux groupes de 20 accumulateurs ultra-minces à électrolyte polymérique. Un autre projet était étroitement lié à ce dernier. Il s'agissait de mettre au point une technologie pour produire du lithium métallique étendu en couches très minces pour ces accumulateurs.

Pour mieux suivre l'évolution de la technologie et des marchés, nous avons mis sur pied le projet Antenne. Il nous permet d'orienter la recherche dans l'entreprise et de proposer des scénarios de développement pour Hydro-Québec. D'autre part, nous avons mis au point des systèmes experts pour des domaines relatifs à la production, au transport et à la surveillance des barrages. Un autre système expert permet d'interpréter divers événements qui se produisent sur le réseau.

Dans un domaine différent, une première livraison de BPC a été effectuée à une compagnie en Angleterre qui se spécialise dans l'élimination de ce produit. Enfin, nous avons mis sur pied un projet pilote d'automatisation d'un centre d'exploitation de distribution à partir d'un micro-ordinateur.

Valorisation des accumulateurs à électrolyte polymérique (ACEP)

Deux groupes de 20 accumulateurs ultra-minces (du type cellule de papier), fondés sur la technologie des ACEP, ont été conçus et livrés à un utilisateur éventuel œuvrant dans le secteur de la microélectronique pour qu'il les évalue. Ces accumulateurs sont conformes aux prescriptions de tension et de capacité touchant l'alimentation principale ou le soutien énergétique des mémoires de circuits électroniques.

Ainsi, des ACEP ayant une surface utile de 0,6 × 0,6 cm, une capacité de 0,1 mAh et fonctionnant à des tensions de 3 à 4 V serviront de soutien à la mémoire. Des ACEP de 3 × 3 cm de surface utile et d'une capacité de 5 mAh seront branchés sur le circuit principal d'alimentation. Ces accumulateurs fonctionnent à des tensions variant entre 2,4 et 3,6 V. Des ACEP similaires font l'objet d'essais contrôlés dans nos laboratoires. Par ailleurs, le programme global d'évaluation mené par l'utilisateur a fait l'objet de discussions et d'ententes entre les parties concernées.

La livraison d'accumulateurs s'inscrit dans les efforts déployés par Hydro-Québec pour valoriser cette technologie dans des utilisations autres que celle de la propulsion des véhicules électriques.

Projets d'innovation technologique et Chimie des matériaux

Techniques d'élaboration du lithium mince

Une technique originale a été mise au point pour la production de lithium métallique étendu en couches très minces. Une démonstration a été faite en laboratoire. Ces films de lithium sont supportés par divers matériaux, en particulier par des feuillards métalliques.

En effet, pour qu'on puisse utiliser le lithium dans le domaine des accumulateurs de type ACEP à température ambiante, il faut qu'il ait une épaisseur de 5 à 20 microns. La technique élaborée (en instance de brevet) permet d'obtenir des couches aussi minces, à des coûts minimes et selon une technique qui peut être industrialisée. Il existe d'autres techniques, mais elles comportent des inconvénients. Par exemple, le laminage est coûteux, tandis que la vaporisation sous vide ne convient pas au lithium.

Nous avons également réalisé des essais électrochimiques des films que nous avons obtenus. La mise au point de cette technique permettra de faciliter la poursuite du développement industriel des ACEP.

Chimie des matériaux

Les BPC à Hydro-Québec

À l'automne 1987, le projet québécois de démonstration de la technologie Pyral pour la destruction des BPC a été abandonné. Quant à l'usine pilote qui avait été construite près de Sherbrooke dans le cadre de ce projet, elle a été désaffectée en décembre 1987.

Pendant ce temps, une mission avait lieu en Grande-Bretagne afin d'évaluer une technologie mise au point dans ce pays pour détruire les BPC. Une première livraison expérimentale de 45 tonnes de BPC a donc été faite en Angleterre. Les produits ont été détruits selon cette technologie éprouvée.

Cette livraison expérimentale a permis de vérifier les méthodes d'emballage, de transport et de destruction des BPC. Elle a aussi permis de mettre au point un contrat type et de former du personnel pour les opérations associées à l'exportation des BPC.

Projets d'innovation technologique

Systèmes experts

Une entente a été conclue entre les vice-présidences Innovation technologique, Recherche, et Planification et Développement pour mettre au point des systèmes experts spécialisés dans la production, le transport, la distribution et l'utilisation de l'électricité. Pour sensibiliser les spécialistes à cette technologie, nous avons organisé une série de réunions d'information pour les groupes Exploitation et Équipement. Nous avons alors constaté que les systèmes experts pourraient être appliqués aux domaines ci-après :

- la conception d'un réseau de transport (projet TRANSEPT) ;
- la surveillance des barrages (projet SUBAREX) ;
- la conception des grands ouvrages hydrauliques (projet ÉNERGEX pour la calibration du modèle ÉNERGIE III) ;
- la réalisation des plans d'ensemble pour la construction des postes (projet EXSEMBLE).

Soulignons enfin que des spécialistes en systèmes experts ont négocié l'adhésion d'Hydro-Québec au Centre de recherche informatique de Montréal. Ils ont aussi participé au congrès MONTECH/COMPINT qui s'est tenu à Montréal à l'automne dernier, et au cours duquel ils ont présenté les activités du groupe de travail qui a été constitué dans ce domaine.

Projets d'innovation technologique

Démonstration d'un nouveau système d'automatisation d'un centre d'exploitation de distribution (CED) sur micro-ordinateur de type PC.

CED sur micro-ordinateur

En avril 1987, la direction d'Hydro-Québec autorisait l'équipe de Projets d'innovation technologique à réaliser un projet pilote d'automatisation d'un centre d'exploitation de distribution (CED) sur réseau de micro-ordinateurs de type PC. L'expérience avait lieu dans un des secteurs de la région Saint-Laurent. L'objectif premier était d'informatiser les principales fonctions de conduite de réseau.

À la fin de l'année, le projet était terminé. Nous l'avons alors soumis à la région Saint-Laurent pour qu'ils l'évaluent. Il fallait examiner la possibilité d'étendre ce système à toute la région.

En plus de permettre de tester les possibilités de géomatique sur PC, l'expérience a servi à démontrer que les micro-ordinateurs modernes offrent une imagerie complexe et rapide, bien adaptée aux besoins des exploitants du réseau.

Projets d'innovation technologique

Système expert pour l'interprétation des événements

Les changements d'état du réseau de transport d'Hydro-Québec sont détectés et enregistrés en détail au moyen d'un réseau de points de mesure. Ce système est, en fait, un enregistreur chronologique d'événements (ECE) télécommandé. Les données servent, après une analyse rigoureuse, à juger de l'état du réseau de transport. Elles sont essentielles pour maintenir le haut degré de fiabilité du service offert par l'entreprise. Par exemple, le programme d'entretien des automatismes dépend entièrement du résultat de ces analyses. Il y a lieu de mentionner également que le fonctionnement normal des automatismes constitue environ 70 % des événe-

La possibilité de créer un système expert destiné à l'interprétation des événements a été démontrée pour la première fois par la division Comportement du service Commande et Protection. En effet, c'est cette même division qui, en 1985, a entrepris avec notre service le développement d'un premier prototype de démonstration. Ce dernier a ensuite été validé et des recommandations ont été faites pour l'élaboration du produit final.

Automatismes, Mesures et Communications

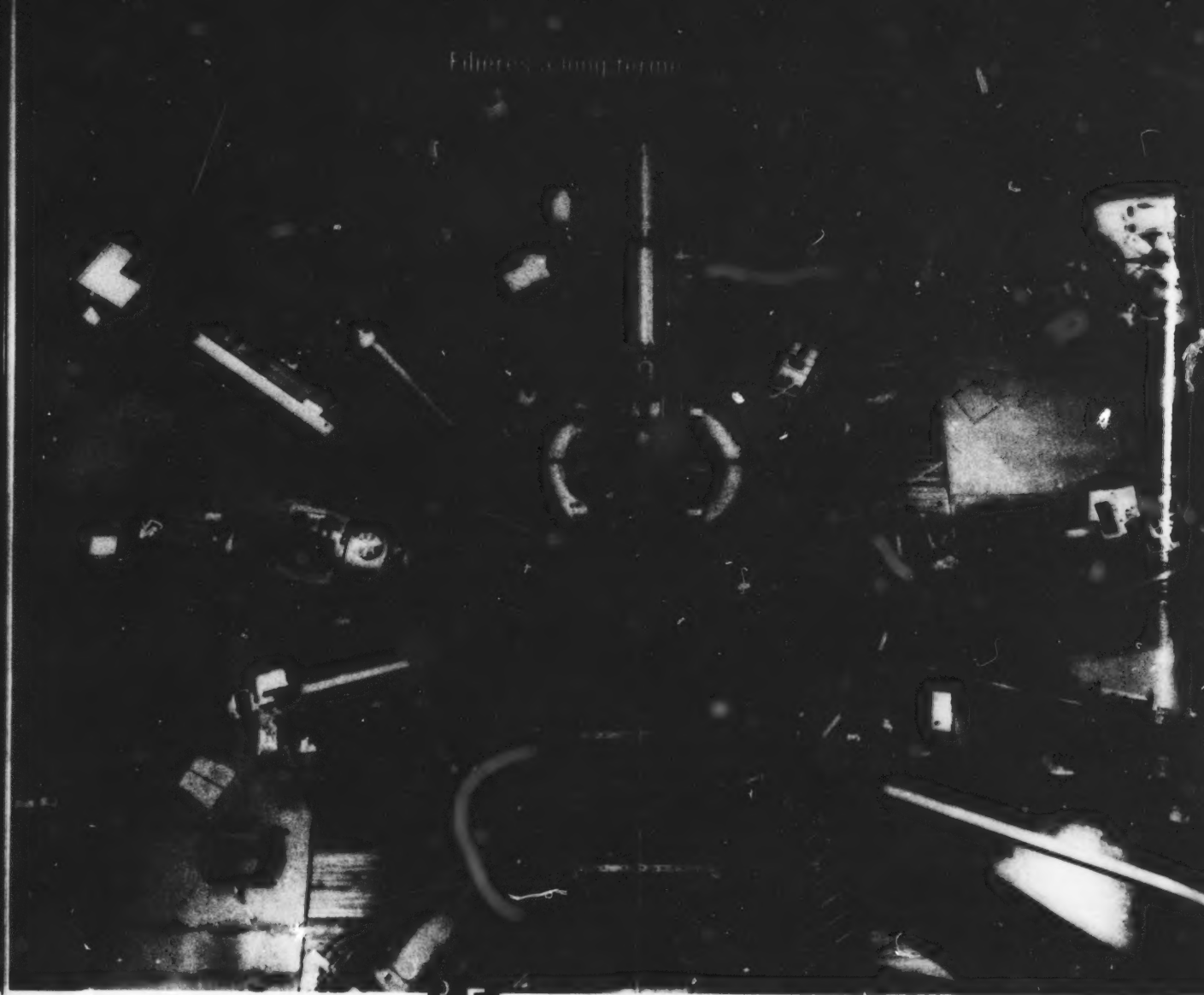
Projet Antenne

Le projet Antenne a pour objectif de suivre l'évolution de la technologie et des marchés. Il permettra de mieux orienter la recherche et le développement à Hydro-Québec et de proposer des scénarios de développement pour l'entreprise.

Plusieurs études ont été réalisées afin de déterminer les possibilités offertes par diverses technologies nouvelles, dont les systèmes experts, les matériaux amorphes et la vision artificielle, en particulier dans le domaine de la robotique.

En outre, nous avons déposé un rapport « signal » sur le ferrobore. Il s'agit d'un alliage de fer et de bore dont l'avenir sur le marché est très prometteur. Le rapport signalait qu'Hydro-Québec aurait intérêt à promouvoir la fabrication de ce produit. Le groupe Marchés externes a donc amorcé une série d'activités visant à favoriser l'implantation d'un producteur de ferrobore au Québec.

Projets d'innovation technologique



En raison de l'importance grandissante de la technologie, Hydro-Québec mise sur certains projets qui ne porteront fruits qu'à long terme, mais dont les bénéfices seront indéniables.

En tête de liste vient le tokamak de Varennes. La recherche sur la fusion nucléaire a franchi des étapes marquantes au cours de 1987. C'est en effet au début de l'année que nous obtenions le premier plasma. Par la suite, nous avons mis l'accent sur l'amélioration des paramètres et sur la mise en service de systèmes diagnostiques et de mécanismes de commande. Les progrès vont bon train.

Dans le domaine de la supraconductivité, Hydro-Québec, tout comme la plupart des compagnies d'électricité, a été amenée à repenser les applications de cette technologie. Ce changement a été causé par la découverte de matériaux supraconducteurs dont le seuil des températures critiques se situe à un niveau beaucoup plus élevé que dans le passé.

Enfin, nous avons poursuivi nos efforts en ce qui a trait à la robotique : remplacement des isolateurs, entretien des réseaux aériens et souterrains de distribution, automatisation des installations pour vérifier les compteurs électriques.

Le tokamak de Varennes a été mis en service au cours de 1987 ; les systèmes diagnostiques sont progressivement mis en place autour de la chambre à vide centrale.

Tokamak de Varennes

En mars 1987, nous avons obtenu le premier plasma dans le tokamak de Varennes. Il s'agissait de l'étape la plus marquante du projet. Le tokamak est un dispositif destiné aux recherches en fusion magnétique. Ce projet, par l'entremise du programme canadien de recherche en fusion, s'inscrit dans les efforts mondiaux de maîtrise de cette source potentielle d'énergie abondante et sans danger. L'obtention du premier plasma représente la fin de la phase de réalisation et le début du programme d'exploitation scientifique du tokamak. Cet événement a été suivi au mois de juin d'une cérémonie d'ouverture officielle, présidée par M. Marcel Masse, ministre de l'Énergie, des Mines et des Ressources du Canada, et par M. Guy Coulombe, président-directeur général d'Hydro-Québec.

Conformément à nos prévisions, les paramètres du premier plasma étaient relativement modestes. Toutefois, au cours du reste de l'année, l'équipe d'exploitation a mis l'accent sur l'amélioration de ces paramètres ainsi que sur la mise en service des divers systèmes diagnostiques et des mécanismes de commande et de contrôle.

À la fin de 1987, nous avions réussi à obtenir les paramètres suivants :

- courant de plasma de 200 kA ;
- longueur d'impulsion de 1 s ;
- densité électronique de 4×10^{13} par cm^3 ;
- température ionique de 350 eV (3,85 millions de degrés C) ;
- température électronique de 500 eV.

Dans l'ensemble, ces valeurs correspondent aux paramètres prévus pour le tokamak. De plus, la majorité des quelque 20 systèmes diagnostiques projetés fonctionnent maintenant de façon partielle ou définitive. Ces systèmes sont des éléments critiques de tout programme scientifique. Chacun d'entre eux fait appel à des technologies de pointe et constitue le produit de plusieurs années-personnes de travail scientifique et technique. Ils sont un élément essentiel du programme ambitieux de recherche sur le comportement d'un tokamak dans les régimes d'impulsion longue et de facteur élevé d'utilisation.

Par ailleurs, la position radiale et verticale du plasma, le courant de plasma et la densité électronique sont maintenant tous commandés par rétroaction. Le système électronique qui assure ces commandes est entièrement numérique, ce qui constitue une première pour un tokamak. Le système de communication, qui a pour fonction d'amorcer le plasma, est également de conception unique. En effet, il est bipolaire et constitué entièrement d'éléments semi-conducteurs (thyristors). Ces deux systèmes sont des exemples de technologies de pointe qui ont été implantées dans les délais prévus et sans difficultés.

Toujours au cours de 1987, Hydro-Québec, l'EACL et l'INRS-Énergie se sont entendus pour confier l'exploitation du tokamak au Centre canadien de fusion magnétique, qui est un organisme constitué par ces trois entreprises. L'équipe d'exploitation, qui compte actuellement environ 80 personnes, continuera d'être formée principalement d'employés d'Hydro-Québec, de l'INRS, des sociétés Technologies MPB inc. et Canatom inc., ainsi que de l'Université de Montréal.

Le budget annuel d'exploitation s'élève à 10 millions de dollars. Le gouvernement fédéral, par l'entremise de l'EACL, fournit 50 % des crédits ; Hydro-Québec en donne 40 % et l'INRS-Énergie, 10 %. On prévoit augmenter progressivement ce budget jusqu'à 15 millions. Ces fonds supplémentaires permettront d'allonger l'impulsion de courant du tokamak au moyen d'une source très puissante d'hyperfréquences. Ils nous permettront aussi d'intensifier nos activités relatives au projet ITER. Il s'agit d'un projet de grande envergure, entrepris par les pays ayant les programmes les plus importants en fusion, et qui consiste à mettre au point un grand réacteur de fusion.

Fusion – Tokamak

Activités relatives à la robotique

Au cours de l'année, nous avons poursuivi nos efforts pour robotiser le remplacement des isolateurs sur les lignes de distribution. Par exemple, nous avons développé de nouveaux algorithmes pour le guidage automatique et pour la vision. Nous avons aussi mis au point un enrouleur.

D'autre part, nous avons participé à la rédaction des spécifications techniques d'un télérobot pour l'entretien des réseaux de distribution aériens, dans le cadre d'un projet avec l'ACE. Un autre projet a également débuté : il s'agit de l'application de la robotique aux réseaux de distribution souterrains. Nous allons tenter de déterminer le rôle que cette technologie peut jouer à court et à moyen termes.

Enfin, nous avons exploré sommairement le domaine de l'électrométrie dans le but d'automatiser les installations de vérification des compteurs électriques en utilisant un bras robotisé et la vision par ordinateur.

Automatismes, Mesures et Communications

Le groupe TAI a entrepris une étude relative aux effets sur l'entreprise des récentes découvertes en supraconductivité. Le groupe a aussi participé à la formation d'un consortium industriel pour la recherche et le développement.

Supraconductivité

En 1987, la découverte de matériaux supraconducteurs dont les températures critiques se situent à environ 100 K, a suscité un intérêt mondial. L'avènement de ces matériaux a conduit la plupart des compagnies d'électricité, dont Hydro-Québec, à repenser les applications de la supraconductivité en électrotechnique. Citons, par exemple, la production, le transport et le stockage de l'électricité qui pourront dorénavant être réalisés de façon beaucoup plus efficace.

Dans cette conjoncture, notre vice-présidence a amorcé, en collaboration avec la direction Planification de la technologie et la vice-présidence Planification des équipements, une étude qui a pour objectif d'évaluer l'impact des supraconducteurs fonctionnant à −196 °C (77 K), soit la température de l'azote liquide, sur l'avenir des technologies qui font appel à la supraconductivité. L'étude est partiellement financée par l'ACE.

D'autre part, dans le cadre du programme d'aide à la recherche industrielle, nous avons soumis un projet de consortium comprenant L'Énergie Atomique du Canada, Limitée, la firme Les Câbles Canada Limitée et Hydro-Québec. Le groupement, qui tentera d'obtenir des subventions, effectuera des recherches sur les technologies permettant de produire un fil supraconducteur.

Métallurgie et Technologie des matériaux

Collaboration avec l'industrie

Au cours de 1987, le groupe TAI a collaboré avec un grand nombre de sociétés du domaine industriel. Ces associations ont porté sur la recherche, le développement et la démonstration. Quant aux différentes entreprises qui se sont associées à nous, elles l'ont fait à titre de client, de partenaire ou de fournisseur. La liste ci-après fait état de ces compagnies.

A.B. Chance Co. (É.-U.)
Aciers Inoxydables Atlas
Air Liquide Canada ltée
Alcan International ltée
Arbo Conseil inc.
ASEA Electric (É.-U.)
ASEA inc.
ASEA Transmission A.B. (Suède)
Bell Canada
B.G. Checo International ltée
Bombardier inc.
Brown Boveri Power Equipment, Inc. (É.-U.)
Bushing Company Limited (Angleterre)
Câbles Canada Limitée (Les)
Cegelec Industrie inc.
Compagnie du Gypse du Canada ltée (La)
Consolidated-Bathurst inc.
Chromalox Canada
Consoltex inc.
Contrôles PSC (Les)
Cyme International inc.
Damp S.p.a. (Italie)
Deloro Stellite
Dow Chemical Canada inc.
Eastelec (1986) inc.
E. Harnois ltée
Electrolyser inc.
Erco inc.
Federal Pioneer ltée
Ferranti-Packard Ltd.
Firestone Canada inc.
F.L. Blackburn Co. (É.-U.)
Genec inc.
Générale électrique du Canada inc.
International Lead Zinc Research Organization (É.-U.)
Istec inc.
Joslyn Canada inc.
Kearney National Co. (É.-U.)
Lactantia ltée
L'Air Liquide S.A. (France)
L'Énergie Atomique du Canada, Limitée
Matériaux Cascades inc.
Matériaux de Construction Domtar
Merlin-Gérin Canada inc.
Minéraux Noranda inc., Division Mines Gaspé
Montel inc.
Moteurs Leroy-Somer Canada ltée
Moulage sous pression de Lyster ltée
Pirelli Câbles inc.
P.M. Wright ltée
Positron Industries inc.
QIT-Fer & Titane inc.
S. & C. Electric Company (É.-U.)
Sediver Inc. (É.-U.)
Sidbec-Dosco inc.
Siemens Electric ltée
Supervac inc.
Société nationale Elf-Aquitaine (France)
Stump-Bohr AG (Suisse)
Tecrad inc.
Thermonic, Société d'assainissement des eaux industrielles inc.
Transformateurs de Québec (Les)
Trench Electric
Unisys Canada inc.
Vibro-Meter inc.
Waterville T.G. inc.
Westinghouse Canada inc.
Westinghouse Electric Corp. (É.-U.)

Pour commercialiser son savoir-faire technologique, Hydro-Québec a conclu des ententes avec diverses sociétés pour la fabrication et la mise en marché des produits qu'elle a mis au point.

Les accords portaient notamment sur les entretoises amortisseuses, sur un dosimètre pour mesurer les effets biologiques des champs électrique et magnétique des lignes à haute tension, et sur un signaleur de la position des contacts des sectionneurs fonctionnant au rayonnement infrarouge.

L'acier IRECA, ultra-résistant à la cavitation érosive des turbines, a également été commercialisé. De plus, une technique particulière de forage de trous verticaux pour l'auscultation des barrages a suscité l'intérêt d'une société suisse, tandis qu'un procédé de traitement des eaux usées pour la dépollution industrielle est maintenant offert sur le marché.

Une entente a été conclue avec Positron Industries inc. pour la fabrication et la mise en marché du dosimètre électromagnétique mis au point dans nos laboratoires.

Développement et commercialisation d'un dosimètre

À la demande de la direction Environnement d'Hydro-Québec, et dans le cadre de son plan d'action sur les effets biologiques des champs magnétique et électrique des lignes à haute tension, l'IREQ a mis au point un appareil unique en son genre : un dosimètre qui peut mesurer ces champs.

Cet appareil a une caractéristique innovatrice : il peut prendre des lectures des champs et enregistrer leur intensité pendant une période de deux semaines. L'appareil peut aussi être relié à un micro-ordinateur ou à un lecteur en temps réel. Sa fabrication et sa commercialisation ont été confiées à la firme montréalaise Positron Industries inc., qui procédera à la mise en marché à l'automne 1988. Par ailleurs, on peut déjà appliquer la technologie de ce dosimètre au développement d'autres produits.

Bureau d'innovation

L'acier IRECA disponible sur le marché

Hydro-Québec est en voie d'utiliser, sur toutes ses turbines hydrauliques sujettes à une cavitation intense, le nouvel acier IRECA ultra-résistant à la cavitation érosive. Parallèlement, nous avons étudié le rapport entre les différents éléments chimiques de cet acier et la résistance à la cavitation. Des essais effectués en laboratoire sur des échantillons démontrent qu'il est possible d'obtenir une résistance à la cavitation encore plus grande, et ce à un coût concurrentiel. Des lots expérimentaux d'électrodes enrobées et de fil de soudage ont donc été produits par un fabricant. Ils sont conformes à nos prescriptions relatives à la composition chimique, à la soudabilité, à la ductilité ainsi qu'à la résistance à la cavitation de cet acier.

Les critères d'évaluation développés au cours des essais serviront à contrôler la qualité des futurs lots industriels fournis à Hydro-Québec. En fait, un premier lot de fil de soudage a déjà été utilisé pour réparer une roue de turbine de la centrale de La Grande 2.

Une licence de commercialisation exclusive, couvrant la plupart des pays du monde, a été octroyée à la firme Deloro Stellite. Cette compagnie sera ainsi la première à offrir sur le marché des électrodes ou du fil de soudage en acier inoxydable IRECA. L'accord commercial devrait s'avérer fructueux puisque cet acier permet, à un coût avantageux, d'allier une très grande facilité de soudage et de meulage à une résistance inégalée à la cavitation érosive.

Métallurgie et Technologie des matériaux

Technique de forage de trous verticaux

Il y a quelques années, Hydro-Québec a mis au point une nouvelle technique de forage de trous verticaux. On installe dans ces trous des pendules inversés qui servent à ausculter les barrages. Cette technique est très fiable et permet de réduire considérablement les coûts de forage des trous.

Récemment, la société suisse Stump-Bohr AG, consciente de l'intérêt plus marqué porté à la sécurité des barrages, a demandé d'exploiter la technique. Une convention de licence a donc été conclue entre Stump-Bohr AG et Hydro-Québec, aux termes de laquelle Hydro-Québec s'engage à former le personnel de la société suisse à l'utilisation de la méthode.

Bureau d'innovation

Signaleur de position des contacts de sectionneurs

Une proposition de recherche a été soumise au groupe TAI pour régler des problèmes relatifs aux manœuvres des sectionneurs à haute tension. Nous avons donc mis au point un prototype qui signale la position des contacts des sectionneurs au moyen du rayonnement infrarouge. Le dispositif a été essayé au poste Boucherville.

Par ailleurs, la société Montel inc., qui a fabriqué 30 prototypes industriels de cet appareil, a sollicité et obtenu les droits d'exploitation commerciale du brevet. Une fois que l'appareil sera fabriqué en série, Hydro-Québec pourra en installer sur tous ses sectionneurs à haute tension et avoir ainsi l'assurance que ceux-ci fonctionnent correctement.

Bureau d'innovation

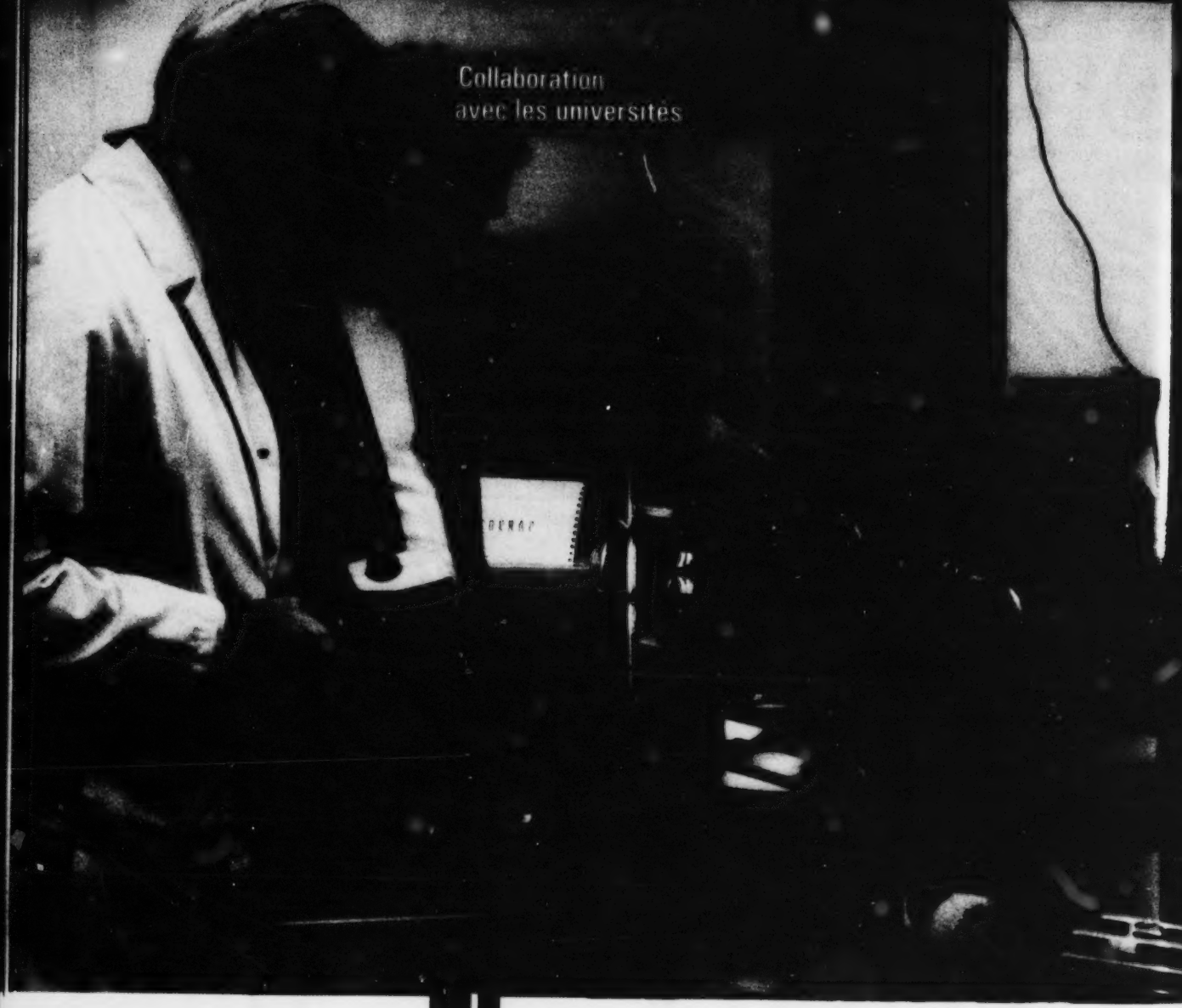
Procédé de traitement des eaux usées

Des travaux menés au service Chimie des matériaux de la vice-présidence Recherche (IREQ) ont permis de développer un procédé de traitement des eaux usées contenant des ions organiques en solution. Une licence d'exploitation du procédé a été octroyée à Thermonic, Société d'assainissement des eaux industrielles inc. Cette firme a été lancée par deux employés du groupe TAI, dont l'un est le chercheur qui avait assuré le développement du procédé.

La société en question offre maintenant un service de dépollution industrielle. Il est destiné principalement aux industries qui polluent de grands volumes d'eau en y déversant des métaux à faibles concentrations. Il s'applique plus particulièrement aux industries de finissage des métaux par plaquage électrochimique.

Bureau d'innovation

Collaboration avec les universités



La collaboration du groupe TAI avec les universités du Québec et de l'étranger s'est poursuivie cette année et a porté sur des domaines variés.

En fusion nucléaire, nous avons concentré nos travaux sur le chauffage des plasmas par ondes à hautes fréquences et sur la simulation numérique des plasmas. En ce qui a trait aux électrotechnologies, des chercheurs universitaires ont notamment mis au point une bobine d'induction pour le chauffage des calandres dans l'industrie du papier et pour la modélisation du transfert de l'humidité et de la chaleur dans les matériaux poreux.

En chimie des matériaux, l'électrosynthèse organique, les effets des solutions acides sur l'étain, et le vapo-réformage ont fait l'objet de travaux dans les laboratoires universitaires. Enfin, d'autres recherches ont aussi été effectuées sur la cavitation, la modélisation de la formation des glaces et la planification des réseaux électriques.

L'Université du Québec à Trois-Rivières met au point, pour le compte du LTEE, une bobine d'induction pour chauffer les calandres utilisées dans l'industrie du papier.

Électrotechnologies pour l'industrie

Le LTEE a confié un mandat à la section Génie électrique de l'Université du Québec à Trois-Rivières. Il s'agissait de développer une bobine d'induction ayant une géométrie spéciale qui permettrait de chauffer les calandres utilisées dans l'industrie du papier.

Dans un autre domaine, un étudiant de l'université McGill, boursier d'Hydro-Québec, a entrepris un doctorat en collaboration avec le LTEE sur la modélisation du transfert d'humidité et de chaleur dans les milieux poreux.

Enfin, nous avons participé à la coordination technique du dossier sur la contribution de l'éclairage artificiel au chauffage des serres. Cela faisait suite à un contrat donné par Hydro-Québec à l'Université Laval. Le projet a pour objectif de démontrer la rentabilité et les avantages de cette électrotechnologie pour la culture à longueur d'année des espèces ornementales et maraîchères en serre. Bien entendu, le projet tient compte des différents modes de tarification d'Hydro-Québec (bi-énergie, télécommande).

Électrotechnologies industrielles

Collaboration dans le domaine de la fusion

L'INRS-Énergie et l'Université de Montréal participent aux travaux portant sur le tokamak de Varennes depuis le début du projet, en 1977. Au cours de 1987, l'INRS-Énergie a fourni une équipe scientifique comptant environ 20 chercheurs et techniciens. Ceux-ci ont contribué principalement au programme scientifique, aux systèmes diagnostiques et au système d'acquisition de données et de contrôle du tokamak.

Quant à l'Université de Montréal, elle est représentée par deux personnes du Département de physique. Leurs travaux portent sur les systèmes diagnostiques. Enfin, un nouveau collaborateur s'est joint à l'équipe cette année. Il s'agit de l'École Polytechnique de Montréal qui travaillera principalement dans le domaine de l'injection d'ondes hyperfréquences à grande puissance. Cette collaboration avec les universités fait partie intégrante de nos activités et nous prévoyons qu'elle se poursuivra au cours des prochaines années.

Par ailleurs, les théoriciens de l'équipe du tokamak de Varennes ont poursuivi des travaux portant sur le chauffage des plasmas par ondes à hautes fréquences et sur les méthodes de simulation numérique des plasmas, en collaboration avec les universités suivantes :

- le MIT (États-Unis),
- le Princeton Plasma Physics Laboratory (États-Unis),
- l'université Saint-Andrews (Écosse),
- l'université d'Orléans (France),
- l'université de Nancy (France),
- le laboratoire Culham (Grande-Bretagne).

Fusion – Tokamak

La cavitation érosive des aciers inoxydables austénitiques

En 1987, nous avons collaboré avec le Département de génie métallurgique de l'École Polytechnique de Montréal pour améliorer notre compréhension des mécanismes fondamentaux à l'origine de la grande résistance à la cavitation du nouvel acier inoxydable IRECA. Ces travaux feront l'objet d'un mémoire de maîtrise.

Par ailleurs, comme nous l'avons indiqué dans des publications récentes, le durcissement superficiel important causé par la cavitation n'est pas toujours nécessaire pour conférer à l'acier une grande résistance à l'érosion. Nous sommes actuellement à la recherche d'autres mécanismes plus fondamentaux pour expliquer de façon globale la résistance à la cavitation de ces aciers.

Métallurgie et Technologie des matériaux

Modélisation et simulation de la formation de glaces

Le Département de génie civil de l'École Polytechnique de Montréal a collaboré avec nous en 1987 dans le cadre d'un projet de recherche. Ce dernier visait à modéliser les écoulements bidimensionnels en surface libre dans les rivières ou dans les lacs. On peut ainsi simuler les champs de vitesse et de température, ainsi que la formation, le déplacement et la disparition des glaces. Le but final du projet est de développer un modèle numérique permettant :

- d'évaluer les zones couvertes ou dégagées sur une rivière durant l'hiver ;
- de prévoir les zones dégagées causées par un rejet thermique dans une rivière.

Un autre aspect important du problème de modélisation de la glace fait l'objet d'un deuxième projet de recherche, cette fois avec le Département de génie mécanique. Il s'agit de développer des méthodes numériques pour résoudre les équations relatives au transfert thermique au moment du changement de phase liquide-solide. Le projet a pour objectif de prévoir la progression du front de solidification en fonction des conditions thermiques environnantes.

Méthodes de gestion et d'analyse numérique de réseaux

Planification des réseaux électriques

Certains de nos chercheurs ont poursuivi la collaboration qui avait été amorcée en 1986 avec deux professeurs du Département d'informatique et de recherche opérationnelle de l'Université de Montréal. Leur tâche consiste principalement à diriger en partie plusieurs étudiants de ce département dans leurs travaux de maîtrise et de doctorat. Ces activités s'insèrent dans le cadre d'un programme de recherche sur la gestion et la planification des réseaux électriques. Le programme est subventionné par le Conseil de recherches en sciences naturelles et en génie du Canada et par le fonds Formation de chercheurs et Aide à la recherche.

Méthodes de gestion et d'analyse numérique de réseaux

Travaux en chimie des matériaux

Les travaux sur l'électrosynthèse organique réalisés à l'Université de Sherbrooke se sont poursuivis. Ils ont abouti au dépôt d'un brevet pour le procédé d'hydrogénation électrocatalytique des sucres. D'autre part, les recherches effectuées dans cette même institution sur l'influence des solutions faiblement acides sur les métaux ont porté sur l'étain. Ce métal est abondamment utilisé à Hydro-Québec pour protéger les équipements.

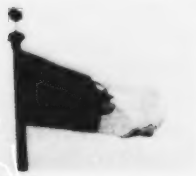
En collaboration avec l'Université Laval et le groupe Marchés internes, nous avons réalisé une étude technico-économique sur un procédé d'électrosynthèse organique. Par ailleurs, nous avons poursuivi avec l'École Polytechnique de Montréal des travaux sur la production d'hydrogène à partir d'un hydrure chimique, tandis que, dans le cadre d'une étude pour l'ACE, nous avons évalué des technologies de vapo-réformage de divers combustibles. Enfin nous avons signé une entente cadre avec l'université de Grenoble pour réaliser diverses études reliées aux accumulateurs à électrolyte polymérique.

Chimie des matériaux

Au cours de l'année 1987, Hydro-Québec a contribué, par l'entremise de sa filiale Hydro-Québec International (HQI), à promouvoir et à commercialiser à l'échelle mondiale son savoir-faire de société qui exploite des installations électriques. Elle a mené une action soutenue auprès d'entreprises et d'organismes étrangers dans une trentaine de pays d'Afrique, d'Asie et d'Amérique latine.

D'autre part, elle a poursuivi ses activités de coopération avec les États-Unis ainsi qu'avec une douzaine de pays en Europe, en Océanie, en Asie, en Amérique latine et en Afrique.

Afrique



Algérie

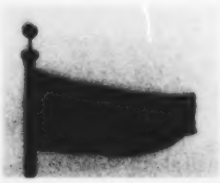
Une étude de faisabilité d'une centrale de pompage à Beni-Haroun, entreprise en association avec les firmes Rousseau Sauvé Warren et Lalonde Girouard Letendre, se poursuivra jusqu'en avril 1988.

Le projet consisterait à aménager un ouvrage de retenue en vue de créer un réservoir de 795 millions de mètres cubes. On pourrait ainsi alimenter en eau la ville de Constantine, irriguer les hautes terres du versant saharien de la région et produire 400 MW d'électricité en période de pointe.

Cameroun

L'important programme de formation et d'assistance technique entrepris il y a plusieurs années avec la Société nationale d'électricité du Cameroun (SONEL) s'est poursuivi. Une quinzaine d'employés d'Hydro-Québec, de diverses spécialités propres aux sociétés d'exploitation d'installations électriques, sont intégrés à la structure de la SONEL dans le cadre des contrats de coopération et d'appui institutionnel avec cette firme. Le programme de formation des ingénieurs, des techniciens et des cadres de cette firme amorcé en 1985, s'est poursuivi en 1987 dans des institutions d'enseignement au Québec et par des stages à Hydro-Québec.

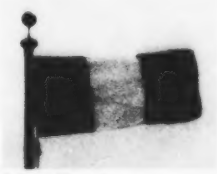
Par ailleurs, une étude d'actualisation, en association avec la firme Lavalin, a été amorcée. Le projet porte sur l'aménagement d'une centrale de 260 MW sur le Sanaga.



Congo

Le programme de formation du personnel d'exploitation de la Société nationale d'électricité, commencé en 1985, a pris fin en juillet 1987.

Au total, 22 personnes ont effectué des stages à Hydro-Québec. Il s'agissait de cinq ingénieurs, de trois techniciens et de 14 agents de maîtrise. Ils ont œuvré dans le domaine de l'exploitation des postes et des lignes à haute tension, y compris la répartition, les automatismes, les protections et les télécommunications.



Côte d'Ivoire

Un spécialiste d'Hydro-Québec a été détaché auprès de l'Énergie électrique de la Côte d'Ivoire (EECI) pour former une équipe de monteurs afin que ceux-ci puissent effectuer des travaux sous tension sur les lignes de transport. Par ailleurs, un conseiller technique assure une assistance au ministère de l'Industrie dans le domaine énergétique.

De plus, six agents de l'EECI ont effectué des stages dans l'entreprise dans le domaine de l'exploitation et de l'entretien de réseaux de distribution monophasés.

Guinée
Le deuxième contrat d'assistance technique auprès de la Société nationale d'électricité de Guinée (SNE), amorcé en 1986, s'est poursuivi au cours de l'année.

Une équipe de 13 personnes, composée de spécialistes de différentes disciplines intégrées à la structure de la SNE, devraient terminer le projet au début de 1988. On négocie actuellement un deuxième renouvellement du contrat.

Mali
L'étude d'ingénierie d'une ligne à 150 kV de 230 km de longueur, entre Bamako et Ségou, devrait se terminer au début de 1988. L'étude a été entreprise en 1984. Quant à la ligne, elle constituera l'artère principale du réseau malien et alimentera des réseaux à moyenne tension à 40 kV.

HQI participera au consortium qui sera chargé de coordonner et de superviser les travaux de construction de cette ligne.

République centrafricaine
Une étude de faisabilité amorcée en 1986 en collaboration avec la firme TECSULT est en voie d'achèvement. Elle consiste à concevoir un plan directeur en vue de rénover et d'étendre le réseau de la ville de Bangui en tenant compte des critères techniques, économiques et financiers. Le contrat prévoit aussi la préparation d'un avant-projet détaillé en fonction du plan directeur retenu par la société exploitante.

Sénégal
Trois spécialistes d'Hydro-Québec ont été affectés à la Société nationale d'électricité du Sénégal. Ils représentaient l'entreprise à titre de conseillers techniques dans le domaine de l'exploitation des installations de production, de transport et de distribution ainsi que dans les domaines de la gestion financière et des comptes-clients.

Zaïre
HQI a poursuivi les études sur la stabilité du barrage de N'Zilo entreprises en 1983. Parmi les travaux récents on compte des analyses de béton, des études détaillées pour la réparation de l'ensemble culée-évacuateur et l'installation de nouveaux pendules inversés. Les responsables de l'étude ont également assuré la supervision de l'installation d'un nouveau système de drainage.

Organisation pour la mise en valeur du fleuve Sénégal
L'étude de faisabilité de la ligne de transport qui sera alimentée par la centrale hydroélectrique de Manantali, actuellement en construction, s'est terminée à la fin de 1987. Les trois pays membres de l'organisation, soit le Sénégal, le Mali et la Mauritanie, choisiront un des tracés proposés.

Asie

Bangladesh
Une équipe d'une dizaine de spécialistes d'Hydro-Québec a entrepris la deuxième phase de la réalisation du centre de conduite de réseau du Bangladesh Power Development Board (BPDB). Au cours de la première phase amorcée en 1984, un ensemble de 15 postes de transport et de centrales avaient été rattachés au centre de conduite. La deuxième phase portera ce nombre à 40. Par ailleurs, la formation de 40 opérateurs de réseau s'est achevée en novembre 1987.

En outre, HQI a entrepris une étude d'évaluation des méthodes d'exploitation et d'entretien des centrales et des postes de transport du BPDB.

Inde

Le Centre d'études et de simulation de réseaux de l'IREQ a poursuivi sa collaboration à un projet spécial de recherche et de développement, approuvé par la Commission de planification, en Inde. Le projet vise à créer dans ce pays une expertise relative à la conception, à l'installation et à l'exploitation de réseaux CCHT.

L'Inde doit acquérir cette expertise en construisant une liaison expérimentale CCHT à 200 kV, 400 MW, d'une longueur d'environ 200 km. L'aide technique apportée à la Bharat Heavy Electric, responsable du projet, était relative à plusieurs points :

- vérification de la conception des valves à thyristors ;
- surveillance des essais des modules de valves réalisés par la General Electric en Angleterre ;
- examen des emplacements des postes convertisseurs.

La mise en exploitation de la liaison est prévue pour août 1988.

Indonésie

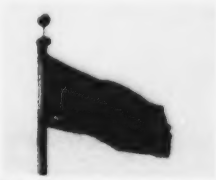
Un expert d'Hydro-Québec a été détaché auprès de la firme Perusahoan Umum Listrik Negara pour agir comme assistant du gérant de projet responsable de la construction d'une centrale hydroélectrique souterraine de 500 MW. L'affectation, qui a débuté en septembre 1985, s'est terminée en septembre 1987.

Malaysia

Au cours de 1987, Hydro-Québec a réalisé une étude sur la tarification pour le compte de la firme SESCO. Cette société est responsable de la fourniture d'électricité pour la province de Sarawak.

Pakistan

Hydro-Québec participe, avec la firme SOGEX, à une étude de faisabilité d'une centrale hydroélectrique de six groupes bulbe totalisant 120 MW. La centrale serait construite près du barrage existant de Taunsa, sur le fleuve Indus. Hydro-Québec réalisera les études relatives aux machines hydrauliques, fera l'estimation des coûts et offrira son expertise en géotechnique et en hydraulique.



République populaire de Chine

L'IREQ a continué d'offrir son assistance technique aux divers instituts de recherche en électricité de ce pays. Des spécialistes de plusieurs services se sont rendus sur place pour donner des séminaires, notamment dans le domaine des mesures à haute tension et de la simulation des réseaux CCHT.

D'autre part, l'étude de faisabilité technico-économique du projet des Trois-Gorges, sur le Yangtze, a largement progressé et tire maintenant à sa fin. Elle avait débuté en 1985. Des négociations sont en cours pour effectuer une étude complémentaire en vue d'approfondir certains aspects soulevés par la première étude.

Les firmes Lavalin, SNC, Acres Canada et la British Columbia Hydro International ont collaboré avec HQI pour étudier les aspects suivants de ce projet : la sédimentation, les impacts sur l'environnement, la relocalisation des populations, la planification énergétique, l'échéancier de construction et l'estimation des coûts.

Le projet des Trois-Gorges comporte l'aménagement d'un barrage sur le Yangtze dans le triple but de protéger les régions avoisinantes de la vallée contre les inondations ; d'améliorer la navigation ; et de produire de l'électricité au moyen d'une centrale de 13 000 MW.

Amérique latine

Argentine

Un programme d'analyse des vibrations éoliennes et des oscillations en sous-portée des conducteurs de la ligne à 500 kV El Chocón – Ezeiza de la firme Hidronor s'est terminé en 1987 après trois ans de travaux. L'analyse des vibrations et l'évaluation des relevés des vibrations ont été faites en fonction de la méthode de calcul de l'endurance des conducteurs de la CIGRÉ.

Colombie

HQI, de concert avec la firme SISTECOM de Bogotá, a réalisé diverses études ayant pour but principal de réduire les pertes électriques dans le réseau de distribution de la ville de Cali. Ces études comportaient la révision des critères de planification et de conception de ce réseau. Elles englobaient aussi la conception et l'établissement des spécifications techniques pour un centre d'exploitation de distribution (CED) qui permettra, entre autres, de télécommander 14 postes. Enfin, les études ont porté sur l'analyse des effets d'une tarification différenciée dans le temps pour les clients industriels, et la mise sur pied d'une tarification objective pour ce type de clients.

D'autre part, un expert dans le domaine du génie civil des barrages a participé au comité d'experts internationaux formé par l'Empresas de Energía Eléctrica de Bogotá (EEEB). Il a conseillé le comité sur les divers aspects techniques du projet Guavio. Ce dernier comprend une centrale hydroélectrique et deux lignes de transport à 230 kV, d'une longueur de 100 km, reliant la centrale au réseau principal de l'EEEB.

Une assistance technique a également été fournie au consortium colombien Consorcio Líneas Guavio pour valider les études relatives à la conception des deux lignes.

Pérou

L'étude entreprise en 1986 pour Electroperú, en association avec la société B.G. Checo, relativement à la construction d'un module de ligne expérimentale à haute altitude au Pérou, a été complétée. L'étude comprenait des analyses du comportement électrique des lignes à haute tension et des vibrations éoliennes des conducteurs, ainsi que des essais à haute altitude sur des équipements de transport à haute tension.

Par ailleurs, toujours par l'entremise d'HQI et de la société B.G. Checo, nous avons entrepris en 1987 une étude des harmoniques qui se manifestent dans le réseau de transport d'Electroperú, à Lima.

Les harmoniques proviennent d'une aciérie à four à arc située à Acería Pisco, à 200 km au sud de Lima. L'étude, réalisée par le Centre d'études et de simulation de réseaux (IREQ), avait pour but d'analyser la distorsion de courant et de tension causée par ces harmoniques aux principaux nœuds du réseau centre-nord. Elle recommandait aussi des mesures pour réduire les niveaux de ces harmoniques à l'intérieur de limites préétablies.

Venezuela

Une assistance technique, en association avec la firme BELT, a été fournie à la société Electrificación del Caroni dans les domaines de l'ingénierie, de la gérance, de l'exploitation et de l'entretien des lignes à 800 kV, ainsi que des postes connexes.

Cette aide a porté, entre autres, sur l'étude des défaillances des barres blindées de la centrale de Guri, qui relient la sortie des transformateurs aux conducteurs de ces lignes à 800 kV. On a proposé des solutions à ces problèmes et on a aussi analysé les défauts des transformateurs.

Par ailleurs, nous avons effectué des essais sur la ligne expérimentale des Îles-de-la-Madeleine, pour le compte de la société DAMP S.p.a. (Italie), afin d'évaluer les systèmes d'entretoises amortisseuses quadruples. Ces systèmes ont été proposés à cette même société pour la ligne à 800 kV entre Guri et Centro.

Un certain nombre de nouvelles installations ont caractérisé l'année 1987. Par exemple, au LTEE, on a conçu deux nouveaux fours pilotes pour la recherche et le développement. Le laboratoire s'est aussi doté d'une infrastructure informatique qui sert de soutien à l'ensemble des activités. Toujours au LTEE, on a fait l'acquisition d'un four à hautes fréquences afin de démontrer la possibilité d'appliquer cette technique à divers procédés industriels.

Nous avons également fait l'acquisition d'un microscope à balayage Auger à grande résolution pour déterminer la composition chimique de la surface des matériaux. Enfin, nous avons mis en service le laboratoire de photo-instrumentation pour enregistrer et traiter les phénomènes rapides qui surviennent au cours d'essais des grands transformateurs.

Nous avons fait l'acquisition d'un microscope à balayage Auger à grande résolution spatiale.

Le nouveau four pilote à hautes fréquences du LTEE pour des essais en laboratoire et en usine.

Acquisition d'un four pilote à hautes fréquences

Notre service a fait l'acquisition d'un four pilote à hautes fréquences et a ajouté ainsi une technologie de plus à ses activités déjà nombreuses. Le four servira principalement à démontrer que cette technique peut être appliquée à divers procédés industriels. Il permettra également d'étudier en laboratoire les mécanismes de chauffage de certains matériaux, et de développer de nouveaux types d'applicateurs de champs à hautes fréquences.

L'appareil est constitué de deux modules : le générateur HF et le four proprement dit. Fabriqué sur mesure, il a une puissance maximale de sortie de 40 kW HF à 20 MHz. Sa puissance de chauffage de l'air est de 30 kW pour une température allant jusqu'à 300 °C. L'applicateur à électrodes planes et parallèles permet de traiter des matériaux dont la surface maximale est de 60 × 120 cm et dont l'épaisseur maximale est de 60 cm. Nous prévoyons déjà l'utiliser pour certains projets concernant la stérilisation alimentaire, le séchage et la polymérisation.

Électrotechnologies industrielles

Développement de l'infrastructure du LTEE

C'est en juillet 1987 que les activités relatives aux électrotechnologies industrielles ont été transférées de l'IREQ au LTEE. L'aménagement des aires d'essais du laboratoire s'est donc déroulé parallèlement aux activités courantes.

Parmi ces activités, il faut mentionner notamment la conception de deux fours pilotes et l'émission d'appels d'offres. Ces fours serviront autant pour la démonstration que pour la recherche et le développement. Le premier, un four pilote modulaire, sera destiné au séchage des matériaux poreux épais. Son module infrarouge disposera d'une puissance de 128 kW. L'autre four est un séchoir convoyeur à infrarouge, d'une puissance de 150 kW, qui servira au séchage des matériaux granulés.

Par ailleurs, le laboratoire s'est doté d'une infrastructure informatique qui sert de soutien à l'ensemble des activités. Les communications internes sont assurées par un réseau ETHERNET relié à celui de l'IREQ. Des stations de travail à haute performance répondent aux besoins en informatique scientifique, tandis que l'acquisition des données est réalisée à l'aide d'équipements dédiés. La bureautique et la gestion courante sont effectuées au moyen de micro-ordinateurs. Enfin, l'ensemble du réseau a été conçu pour que l'on puisse échanger l'information entre les ordinateurs.

Électrotechnologies industrielles

Le nouveau laboratoire de photo-instrumentation pour l'enregistrement et le traitement sur bande magnétoscopique des phénomènes rapides survenant au cours des essais.

Microscope Auger à grande résolution

L'année 1987 a été marquée par l'acquisition d'un microscope à balayage Auger à grande résolution spatiale pour le laboratoire de caractérisation des matériaux de notre service. Cet instrument permet de déterminer la composition chimique de la surface des matériaux avec une résolution en profondeur de l'ordre de 5 nm (50 Å) et une résolution latérale d'environ 25 nm (250 Å). Les éléments légers tels que le bore, le carbone, l'oxygène et l'azote peuvent facilement être détectés et analysés. Il est également possible, grâce à un faisceau ionique, d'éroder la surface et d'obtenir ainsi un profil de composition en profondeur. L'appareil peut aussi produire des images de la distribution spatiale des éléments.

Métallurgie et Technologie des matériaux

Nouvelles aires d'essais au laboratoire Haute tension

Le laboratoire a ajouté à ses installations existantes une aire d'essais extérieure pour un projet relatif au comportement de l'isolation des lignes de transport en présence d'incendies de forêts. L'aire comprend une portée de conducteurs, deux sources à c.c. à ±600 kV, deux sources de tension alternative ainsi que les circuits de mesure nécessaires.

Par ailleurs, nous avons terminé l'installation d'un nouveau régulateur de tension à 10 kV, 5 MVA. Il sera utilisé principalement pour les essais effectués dans les salles de pollution du laboratoire.

Laboratoire Haute tension

Mise en service du laboratoire de photo-instrumentation

Le laboratoire de photo-instrumentation a pour fonction principale d'enregistrer et de traiter sur bande magnétoscopique les phénomènes rapides qui surviennent au cours de certains essais dans les grands laboratoires. Cette nouvelle installation est également à la disposition de tout le personnel du groupe TAI.

Au cours des essais, les enregistrements sont obtenus à l'aide d'une caméra de 16 mm ordinaire ou à haute vitesse. Ils sont ensuite reproduits sur bande vidéo (8 mm, Beta ou VHS) et traités à l'aide d'un micro-ordinateur. Ce dernier permet, au moment de la reproduction, d'obtenir plusieurs fonctions, dont le découpage d'images, le titrage électronique, la photographie d'images par mémorisation numérisée sur polaroïd en film ou en diapositives de 35 mm.

Tout au long de 1987, plusieurs types d'essais ont nécessité les services de ce laboratoire : par exemple, les essais de fusibles, d'interrupteurs submersibles, de parafoudres et de courts-circuits.

Techniques de mesure et Informatique scientifique

GRANDES LIGNES DE L'ORGANISATION DU GROUPE TAI

GROUPE TECHNOLOGIE, AFFAIRES INTERNATIONALES ET IREQ
Vice-président exécutif – Maurice Huppé

Vice-présidence Recherche (IREQ)

Alain Brosseau

Appareillage électrique
Guy Saint-Jean

Automatismes, Mesures et Communications
René Blais

Câbles et Isolation interne
Hugues Saint-Onge

Chimie des matériaux
Guy Bélanger

Fusion – Tokamak
Richard Bolton

Lignes aériennes et Isolation externe
Germain Harbec

Mécanique
Yvan Couture

Métallurgie et Technologie des matériaux
Raymond Roberge

Méthodes de gestion et d'analyse numérique de réseaux
Gilles Desrochers

Vice-présidence Laboratoires de recherche et d'essais et Simulation de réseaux (IREQ)

Louis Masson

Centre d'études et de simulation de réseaux
Jean-Claude Deslauriers

Laboratoire Grande puissance
Rhéaume Veilleux (intérimaire)

Laboratoire Haute tension
Paul-Émile Vohl

Services techniques
Michel Leclerc

Techniques de mesure et Informatique scientifique
François Bousquet

Vice-présidence Innovation technologique

Toby Gilsig

Bureau d'innovation
Claude Dumas

Laboratoire des technologies électrochimiques et des électrotechnologies (LTEE)
Louis-F. Monier

Chimie et Électrochimie industrielles
Antoine Théorêt

Électrotechnologies industrielles
Antoine Duchesne

Plasmas industriels
Michel Drouet

Projets d'innovation technologique
Élie Saheb

Chefs de projets
André Malo
Pierre Mercier
Gianfranco Pazzuello

Direction Planification de la technologie

Denise Therrien

Plan de la technologie
José Salgado

Technologies de distribution et d'utilisation de l'énergie
Yves Langhame

Technologies de production de l'énergie
Richard Marceau

Technologies de transport de l'énergie
Dominique Égré

Directeur délégué

Gilles Lacoste

Ressources
Jean Lapointe

Juin 1988

HYDRO-QUÉBEC INTERNATIONAL

Président-directeur général –
Claude Descôteaux

Vice-présidence Marketing

Épiphane A. Mawussi

Directeur
Jean-Claude Simard

Vice-présidence Études et Projets

Raymond Pronovost (intérimaire)

Administrateur principal
Pierre Potier

Administrateurs
André Demers
Simon Ouimet
Bernard Weber

Vice-présidence Administration

Michel-André Demers

Service Contrôle et Comptabilité
José Manchon

Chargée de ressources humaines et matérielles
Diane Leprohon

Direction Coopération et Assistance technique

Jean-Pierre Vinet

Administratrices
Renée Masse
Joanne Grignon

Direction Planification et Développement

René Leclerc

NOUVELER

Directeur général

Claude Bolduc

Au cours de 1987, des organismes nationaux et internationaux ont honoré plusieurs des maîtres de recherche, des chercheurs et des techniciens œuvrant au sein du groupe TAI. La liste ci-après fait état des honneurs reçus en cours d'année.

Conseil des sciences du Canada

M. Richard Bolton, administrateur de projet, Fusion – Tokamak, vice-présidence Recherche (IREQ), a été nommé membre du Conseil des sciences du Canada. Il s'agit d'un organisme consultatif national en matière de politique scientifique et technologique.

Prix de l'ASHRAE

M. Richard Châtigny, chercheur, LTEE, a obtenu le prix du meilleur article de 1986 de l'American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers (ASHRAE), pour son article relatif à l'étude du modèle de calcul du rayonnement solaire, publié en collaboration avec le professeur Nicholas Galanis de l'Université de Sherbrooke.

Prix de la Power Engineering Society de l'IEEE

M. Michel Landry, chercheur, service Appareillage électrique, vice-présidence Recherche (IREQ), et le chef de ce service, M. Guy Saint-Jean, ont gagné le prix du meilleur article de 1986 de la Power Engineering Society de l'IEEE, portant sur un programme de qualification de disjoncteurs spéciaux à 735 kV à très haut niveau d'isolation entre les contacts. Le prix a aussi été décerné à M. Bahram Khodabakchian, Planification des équipements (Hydro-Québec), et M. Robert Jeanjean (Cegelec Industrie inc.).

Quatre prix décernés à M. Ashok K. Vijh

M. Ashok K. Vijh, maître de recherche, vice-présidence Recherche (IREQ), a obtenu cette année de nombreux honneurs. Il a d'abord été nommé Chevalier de l'ordre national du Québec. Cette distinction lui a été accordée pour souligner l'exceptionnelle valeur des ses travaux en électrochimie et pour sa contribution à la mise en valeur de l'excellence scientifique québécoise sur le plan international.

De plus, le Prix commémoratif Izaak Walton Killam, en génie, du Conseil des Arts du Canada lui a été remis cette année. Ce prix de 50 000 $ récompense des chercheurs canadiens de premier plan qui travaillent dans l'industrie, dans les organismes publics ou dans les universités. Il rend hommage à une carrière remarquable et à une contribution exceptionnelle à l'avancement des recherches en génie.

Par ailleurs, l'Académie des sciences du Tiers-Monde a annoncé la nomination de M. Vijh au titre de *associate fellow*. Ce titre est octroyé à des chercheurs des pays développés, originaires d'un pays en voie de développement, ou qui se sont distingués par des travaux « liés au contexte du Tiers-Monde, et dont la contribution à l'avancement de leur domaine de recherche est jugée exceptionnelle ».

Enfin, M. Vijh a aussi été élu *fellow* de la National Academy of Sciences, en Inde.

Prix du Conseil québécois de l'industrie électronique

M. Gilles Provençal, technicien, service Automatismes, Mesures et Communications, vice-présidence Recherche (IREQ), et M. Yvon Côté, technicien, direction Lignes de transport (Hydro-Québec), ont obtenu un certificat d'excellence du Conseil québécois de l'industrie électronique pour un détecteur de verglas.

Prix du CRDT

Le Conseil de la recherche et du développement en transport du Québec (CRDT) a remis son Prix 1987 de recherche et de développement à l'équipe ACEP (accumulateurs à électrolytes polymériques) de l'IREQ, pour souligner la mise au point d'une nouvelle génération de ce type d'accumulateurs.

L'équipe, animée par M. Michel Gauthier, chercheur, est formée de MM. André Bélanger, Michel Duval, Guy Vassort, Bruno Kapfer et Paul-Étienne Harvey, chercheurs ; de M. Roger Bellemare, collaborateur technique, ainsi que de MM. Yves Giguère, Michel Robitaille et Fernand Brochu, techniciens.